



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LAUHDEVERKOSTON UUDELLEEN ARVIOINTI JA KUNNOSTUSOHJELMAEHDO- TUKSEN LAADINTA

Stora Enso Oyj – Varkauden tehdas

TEKIJÄ/T: Sami Olli

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Sami Olli			
Työn nimi Lauhdeverkoston uudelleen arviointi ja kunnostusohjelmaehdotuksen laadinta			
Päiväys	28.4.2016	Sivumäärä/Liitteet	32/2
Ohjaaja(t) Ritva Käyhkö ja Jukka Huttunen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Stora Enso Oyj – Varkauden tehdas – Tarmo Saukkonen ja Petri Ursin			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työ tehtiin Stora Enson Varkauden tehtaalle 2016 vuoden alkupuolella. Työn tarkoituksena oli selvittää höyryn kulutuskohde, lauhteen palautukset, sekä tehdä parannusehdotus. Mikäli lauhdetta ei palautunut, selvitettiin mitä lauhteelle tapahtui ja mistä syystä sitä ei palautunut.</p> <p>Mittausten perusteella laskettiin myös eri osastojen, sekä koko tehtaan lauhteiden palautusprosentti. Lauhdehäviölle laskettiin myös hinta ottaen huomioon lauhteen sisältämä lämpöenergia, sekä lisäveden tuottamisen hinta.</p> <p>Työssä tehtiin myös lauhteiden palautuksista päivitetty kaavio Wedge-pohjalle. Kaavion avulla voidaan haluttaessa päivittää Alcontissa jo olemassa oleva vesitilanekaavio.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville häviävän lauhteen kokonaismäärä. Työssä selvisi myös minkä verran ja mihin eri osastoilla häviää lauhdetta.</p>			
Avainsanat Lauhde, lisävesi, palautusprosentti, lauhdehävikki.			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Sami Olli			
Title of Thesis The Re-evaluation and Preparation of the Renovation Program Proposal for the Condensate Water Grid			
Date	28.4.2016	Pages/Appendices	32/2
Supervisor(s) Ritva Käyhkö and Jukka Huttunen			
Client Organisation /Partners Stora Enso Oyj – Varkaus Mill – Tarmo Saukkonen and Petri Ursin			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was done for Stora Enso's Varkaus Mill in the first quarter of 2016. The purpose was to determine the users of steam, the users that return the condensate water and to come up with a proposal of improvement. If the condensate was not returned, it was examined what happened to it.</p> <p>Based on the measurement data the percentage on which the condensate is returned was calculated for the entire factory and for each individual department. The price for the condensate that is lost was also calculated, taking into account the heat contained in the condensate and the price for producing additional water.</p> <p>An updated chart of water circulation between the departments was also done on Wedge platform. If desired, the chart can be used to update the chart that already exists in Alcont.</p> <p>As a result of this thesis the total amount of condensate that is lost was discovered. The amount of condensate and also where the condensate is lost was discovered between the departments.</p>			
<p>Keywords Condensate, additional water, percentage of condensate returned.</p>			

ESIPUHE

Suuret kiitokset erityisesti Tarmo Saukkoselle sekä Petri Ursinille, jotka auttoivat ja ohjasivat työn etenemistä. He tukivat työtä jakamalla tietoaan ja auttoivat rajaamaan työtä siten, että työn määrä ei päädy liian suureksi. Kiitos myös koulun puolen ohjaajalleni Ritva Käyhkölle, jolta sain työkaluja sekä ideoita opinnäytetyön raportointiin liittyvissä asioissa. Kiitos myös tehtaan ajohenkilöille, joilta sain hieman yksityiskohtaisempaa tietoa eri osastoista.

Varkaudessa 13.4.2016

Sami Olli

SISÄLTÖ

Lyhenteet ja määritelmät	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Lauhdeselvitys	7
2 VARKAUDEN TEHDAS	8
3 LISÄVEDEN KÄSITTELY	8
3.1.1 Käänteisosmoosi (RO) prosessi	9
3.1.2 Sekavaihdin (MB) prosessi	9
3.2 Lisäveden tuottamisen kustannus	10
4 MITTAUSTIEDOT JA TULOKSET	12
4.1 Lisävesilaitos	12
4.2 Paperikone 3 ja paperitehdas 1	13
4.3 Kuitulinja	15
4.4 Soodakattila	16
4.5 Haihduttamo	17
4.6 Kuivauskone 3	18
4.7 Kuorimo, NSE kuivain ja saha	18
4.8 Meesauuni, lisäainelaitos, puhdistamo, uusiokuitulaitos ja Carelian Caviar	20
4.9 Kattila 7 ja lämpövoimalaitos 1	21
4.10 Kattila 6 ja lämpövoimalaitos 2	22
4.11 Paperitehdas 2 ja viilupuu-tuotantolinja	24
4.12 Tehtaan höyry -ja lauhdehaviöt	25
5 LAUHDEKAAVIO	26
6 ONGELMAT TYÖN AIKANA JA PARANNUSEHDOTUS	26
7 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29
LIITE 1: MITTAUKSET	30
LIITE 2: LAUHDEKAAVIO	32

Lyhenteet ja määritelmät

K6 = Kattila 6

K7 = Kattila 7

PK3 = Paperikone 3 (nykyinen kartonkikone)

SKL = Soodakattilalaitos

UKL = Uusiokuitulaitos

PT1 = Paperitehdas 1

PT2 = Paperitehdas 2

KK3 = Kartonkikone 3 (ei ole enää olemassa mutta samassa hallissa on kuivauskone, joten KK3 käytetään puhuttaessa kuivauskoneesta)

LVL 1 = Lämpövoimalaitos 1

LVL 2 = Lämpövoimalaitos 2

LVL = Laminated veneer lumber = viilupuu

KEMPU = Kemiallisesti puhdistettu vesi

Demivesi = Demineralisoitu vesi

TPO = Tuotantopalveluorganisaatio = nykyinen Efora-talo

LTO = Lämmön talteenotto

PHD = Process History Database = Prosessi historia tietokanta

Alcont = TotalPlant Alcont = Prosessin ohjauksessa käytettävä käyttöliittymä

RO = Reverse osmosis = käänteisosmoosi

MB = Mixed bed = sekavaihdin

NSE = Meesauunin purunkuivain

1 JOHDANTO

Stora Enson Varkauden tehtaalla höyryä käytetään useassa eri kohteessa moneen eri käyttötarkoitukseen. Kun höyryn sisältämä lämpöenergia on otettu käyttöön ja hyödynnetty, muuttuu höyry paineen ja lämpötilan laskun takia lauhteeksi. Mikäli höyryä kulutetaan, oletetaan että höyrystä lauh- tuva vesi palautetaan takaisin vesikiertoon. Lauhteen palauttaminen on tärkeää, koska siinä sääste- tään energiaa, sekä kemikaaleja. Palautuva lauhde sisältää keskimäärin noin 15 % höyryn sisältä- määstä lämpöenergiasta. Jos lauhdetta ei saada palautettua, joudutaan vesi korvaamaan tuotetulla lisävedellä. Lauhteessa hävinnyt lämpöenergia joudutaan tuottamaan kattilassa, mikä tarkoittaa käy- tännössä, että kattilaan joudutaan syöttämään enemmän polttoainetta. Lisäveden osuus rahallisesti on noin kolmasosa lauhdehäviön kokonaishinnasta. Tämä tarkoittaa sitä, että jos kokonaishäviön hinta on esim. 30 €, niin lisäveden osuus tästä on 10 € ja lauhteen lämpöhäviön osuus 20 €.

Ongelmana tehtaalla on tällä hetkellä se, että lisäveden tuottamiseen käytettävän laitteiston kapasi- teetti ei aina riitä tarvittavan lisävesimäärän tuottamiseen. Tämän työn tarkoituksena on selvittää tehtaan höyryn kulutus, lauhteiden palautus, sekä tehdä selvityksen pohjalta parannusehdotus. Näi- den tietojen perusteella voidaan selvittää, vastaako lauhdehäviön määrä lisäveden tuotannon mää- rää. Mikäli luvut eivät täsmää, voidaan alkaa selvittämään mihin lauhdetta häviää.

Alun perin työssä oli myös tarkoitus selvittää Woops-projektin jälkeen hyödyttömäksi jääneitä höyry- linjoja, venttiileitä ja laitteita, mutta melko pian kävi selväksi, että aika ei riitä kaikkeen. Asiasta pi- dettiin palaveri, jossa todettiin, että tärkein asia olisi tietää, kuinka paljon lauhdetta tehtaalla häviää.

1.1 Lauhdeselvitys

Työssä tarkastelun kohteena olivat kaikki tehtaan prosessit: paperikone 3 (PK3), soodakattila (SKL), haihduttamo, keittämö, meesauuni, kuorimo, saha ja meesauunin kuivain, kuivauskone, lisäainelai- tos, paperitehdas 1 (PT1) ja paperitehdas 2 (PT2) hallien lämmitykset, TPO-talon lämmitys, uu- siokuutlaitos (UKL), jäteveden puhdistamo, Carelia Caviar, lämpövoimalaitos 1:n (LVL 1) vanha vesi- laitos, sekä LVL 1:n ja LVL 2:n omakäyttö.

Työhön kerätyt tiedot on saatu tehtaan PHD (Process History Database) järjestelmästä, sekä teh- taan työntekijöiltä. Mittaustietoa on kerätty aikavälillä 1.1.2016 – 31.3.2016. Tämä aikaväli valittiin sen takia, että prosessi on ehtinyt ”normalisoitua” ja tämän aikavälin mittaustietoja voidaan verrata tehtaan omaan vuoden ensimmäisen neljänneksen raporttiin.

PHD:sta kerätyt mittaustiedot ovat siinä tilassa, missä ne on järjestelmästä saatu. Arvot on saatu mittaustulosten keskiarvona ja niitä ei ole muunneltu mitenkään. Epätarkkuutta tuloksiin voi aiheut- taa mm. mittausten tarkkuus, mittausten toimimattomuus, mittausten puuttuminen joko höyry- tai lauhdepuolella, uudet haarat höyryputkissa, joista ei ole mittausta tai niistä ei ole kaikilla tietoa, tyh-

jät kohdat PHD:n hakutuloksissa, ”piilokulutuskohteet”, sekä epävarmuus putkien vesityksissä häviävästä vesimäärästä. Näistä syistä työssä olevissa kuvissa saattaa olla kohtia, jossa höyryn määrä, sekä lauhteen ja häviöiden määrät eivät täsmää.

2 VARKAUDEN TEHDAS

Stora Enson Varkauden tehdas sijaitsee keskellä Varkautta. Ensimmäinen paperikone tehtaalla käynnistyi vuonna 1921. Parhaillaan paperikoneita on ollut yhtäaikaaisesti toiminnassa neljä. Nykyisin tehtaalla toimii yksi kartonkikone, joka muutettiin 2015 syksyn seisokissa paperikoneesta kartonkikoneeksi. Tehtaalla on myös soodakattila, kuitulinja, meesauuni, kuorimo, saha, sekä kaksi lämpövoimalaitosta. Tehtaalle on myös valmistumassa vuoden 2016 kesän aikana viilupuutuotantolinja. (Esittelyaineisto, Stora Enso 2016.)

Sellutehdas valmistaa noin 310 000 tonnia valkaisematonta sellua vuodessa. Sellusta noin 80 % menee kartonkikoneen käyttöön. Loput 20 % kuivataan kuivauskoneella ja myydään kuivattuna selluna. Kartonkikone työllistää noin 230 henkilöä ja sen liikevaihto on noin 300M€. Kartonkikoneen tuotantokapasiteetti on noin 390 000 tonnia vuodessa. (Esittelyaineisto, Stora Enso 2016.)

Tehtaan saha tuottaa 120 000 kuutiota sahatavaraa vuodessa. Se työllistää 25 henkilöä ja sen liikevaihto on 40M€. Tehtaalle valmistuva viilupuu- eli LVL-tuotantolinja tulee tuottamaan noin 100 000 kuutiota viilupuuta vuodessa. Sitä käytetään puisiin rakennuskomponentteihin sekä elementteihin. Täydellä tuotannolla linja tulee työllistämään 80 henkilöä ja sen liikevaihto on noin 50M€. (Esittelyaineisto, Stora Enso 2016.)

Tehtaan lämmöntuotannossa noin 95 % polttoaineesta on korvattu bio- sekä kierrätyspolttoaineilla. Tehdas tuottaa noin 200 GWh lämpöä kaukolämpöverkkoon vuodessa. Tämä tulee putoamaan noin 50 GWh vuodesta 2017 eteenpäin Riikinvoiman valmistuttua. Sähköntuotannossa tehtaalla on käytössä kaksi vastapaineturbiinia sekä neljä vesiturbiinia. Tehdas tuottaa noin 70 % tarvitsemastaan sähköstä itse. (Esittelyaineisto, Stora Enso 2016.)

Efora toimii tehtaalla huollossa ja se työllistää 80 henkilöä. Tehdasalueella toimii myös kalakasvatamo Carelian Caviar. (Esittelyaineisto, Stora Enso 2016.)

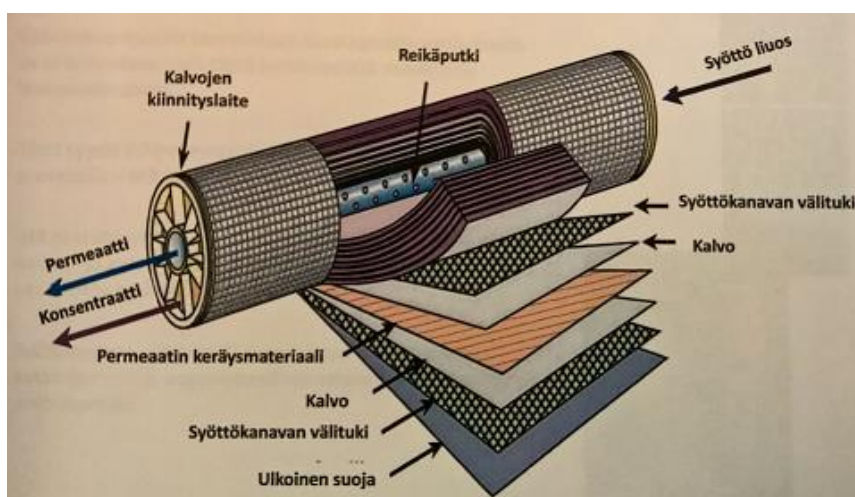
3 LISÄVEDEN KÄSITTELY

Lisävettä tarvitaan korvaamaan prosessin eri vaiheissa hävinnyt vesi. KEMPU-vesi ei ole laadultaan riittävän puhdasta, minkä takia käytetään demivesilaitosta riittävän puhtauden saavuttamiseksi. Demivettä käytetään tehtaalla myös mm. veden elvytyksessä, sekä titraattoreissa, mutta määrät niissä ovat hyvin pieniä. Lisäksi lisävettä käytetään reduktioventtiileissä, mutta niistä vesi päätyy höyryvirtaan ja häviöitä ei synny. Tehtaan lisäveden käsittely on esitetty yksinkertaistetulla kaaviolla kuvassa 2 (s. 10).

Tehtaalla vuonna 2015 kesällä käyttöön otettu demivesilaitos on Flootech:n valmistama. Kattilaveden valmistusprosessi tällä laitteistolla perustuu käänteisosmoosiprosessiin (RO). Kattilaveden valmistus tapahtuu kahdessa päävaiheessa; käänteisosmoosi (RO) ja sekavaihdin (MB mixed bed) prosessissa. Lisävesi johdetaan patruunasuodattimien lävitse ennen RO laitteistoa, jotka poistavat vedestä kiintoainepartikkelit ja näin suojelevat RO kalvoja. RO prosessin jälkeen vesi käsitellään vielä sekavaihtimilla, jotta kattilaveden laatuvaatimukset saavutetaan. (Flootech, Demivesilaitos koulutusaineisto.)

3.1.1 Käänteisosmoosi (RO) prosessi

”Osmoosilla tarkoitetaan aineiden liikkumista puoliläpäisevän kalvon lävitse johtuen konsentraatio-erosta kalvon eri puolilla. Neste liikkuu korkeamman konsentraation suuntaan.” Käänteisosmoosissa tämä ilmiö käännetään paineen avulla. Paine pakottaa nesteen kulkemaan kalvon lävitse matalamman konsentraation suuntaan. Käytännön sovelluksissa syöttövesivirtaama ohjataan kalvon ulkopinnan suuntaisesti, jolloin virtaama huuhtoo kalvon pinnalle jäävät suolat konsentraattilinjaan. Samalla suolaton vesi läpäisee kalvon ja päättyy permeaattilinjaan. Kuvassa 1 esitetään suodatinkalvon rakenne, sekä periaatteellinen toiminta. (Flootech, Demivesilaitos koulutusaineisto.)



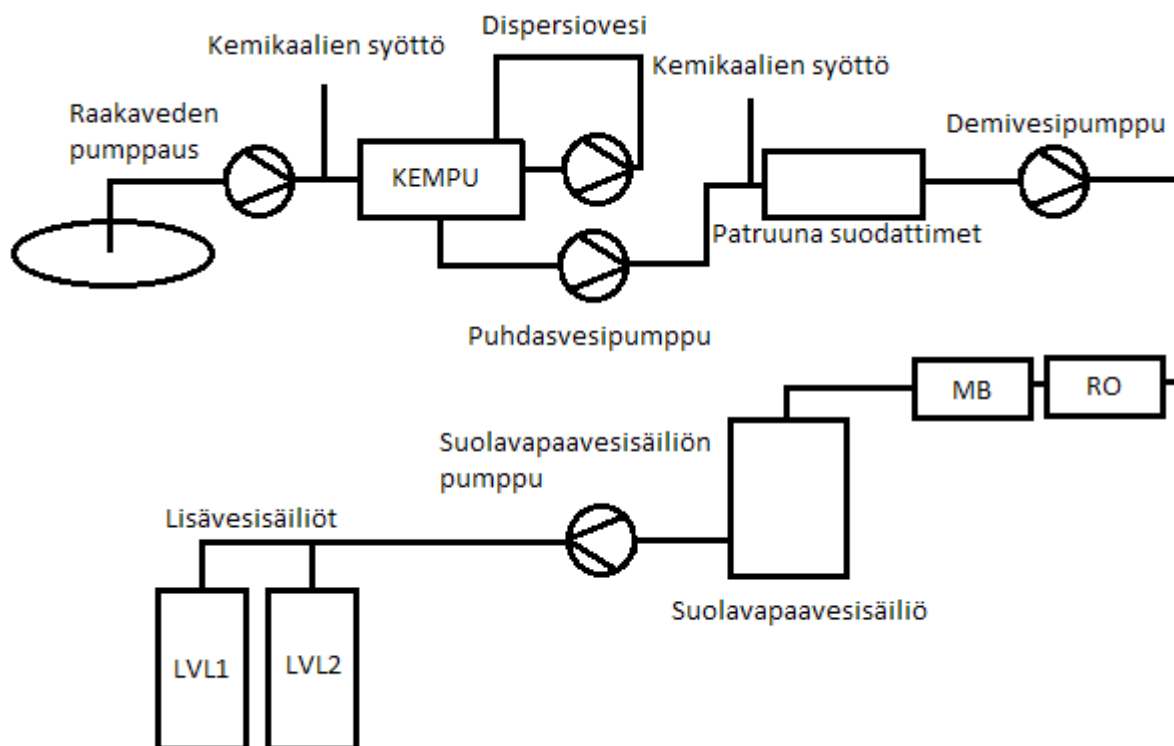
Kuva 1. RO prosessissa käytettävä suodatinkalvo (Flootech, Demivesilaitos koulutusaineisto.)

3.1.2 Sekavaihdin (MB) prosessi

”MB prosessi perustuu ionivaihtoteknologiaan, jossa sekä kationi- ja anionihartsit sijaitsevat samassa säiliössä seonneena keskenään. Syöttöveden positiivisesti varautuneet ionit sitoutuvat kationihartsiin ja negatiivisesti varautuneet ionit kiinnittyvät anionihartsiin.” Sekavaihtimella ei voida kuitenkaan ajaa loputtomiin, koska niissä olevat ionihartsit ehtyvät. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ionihartseissa olevat sitoutumispaikat loppuvat. Tällöin hartsit joudutaan elvyttämään kemikaalien avulla. Elvytykseen käytetään rikkihappoa (kationi) sekä natriumhydroksidia (anioni). Kationihartsiin sitoutuneet suolat korvataan vetyioneilla H^+ ja anionihartsiin OH^- ioneilla. (Flootech, Demivesilaitos koulutusaineisto.)

3.2 Lisäveden tuottamisen kustannus

Lisäveden hintaa laskettaessa joudutaan ottamaan huomioon käytettävien kemikaalien hinta sekä pumppujen sähkömoottorien käyttämä sähkön hinta. Todellisuudessa jouduttaisiin ottamaan huomioon myös laitteiston kunnossapidon hinta ja suodatinkalvojen hinta (vaihdettava 5 vuoden välein), sekavaihdinten massojen vaihto, jäteveden käsittely, sekä KEMPU-laitoksen hiekkojen vaihto, mutta tässä työssä on nämä jätetty huomioimatta ja keskitytty ainoastaan suoriin kuluihin. Lisäveden tuottaminen alkaa raakaveden pumppaamisella KEMPU-vaiheeseen.



Kuva 2. Lisäveden tuottamisen yksinkertaistettu prosessikuva

PU-1930 Raakavesipumppu 1	PU-1931 Raakavesipumppu 2
MOOTTORI: 660 V, 90 KW	MOOTTORI: 660 V, 90 KW
Kattilaveden osuus sähkönkulutuksessa	5,625 kWh

Kuva 3. Raakavesipumpun moottoritiedot ja sähkönkulutus

Tehtaalla on käytössä kaksi raakavesipumppua, joiden sähkönkulutustiedot näkyvät kuvassa 3. Raakavesipumpuista vain toinen on käytössä. Raakavesipumpun pumppaamasta vedestä noin neljännes menee demiveden tuottamiseen. Kuvassa 3 näkyvä sähkönkulutus ei ole moottorin kokonaiskulutus. Raakavesipumpun kokonaiskulutus on katsottu pumpun invertteristä. Kuvan 3 sähkönkulutus on saatu jakamalla pumpun invertteristä saatu arvo neljällä. Raakavesi pumpataan flotaatioaltaisiin, missä vesi puhdistetaan ja saadaan kempuvedeksi. Pumpun virtaukseen syötetään NaOH:ia (natriumhydroksidi) sekä PAC:ia (polyalumiinikloridi). NaOH:n tarkoitus on säätää pH:ta ja PAC auttaa saostamaan vedessä olevan lian. NaOH ei ole kallein veteen syötettävä kemikaali, mutta syötettävän määrän takia siitä aiheutuva kustannus on ylivoimaisesti suurin veden puhdistuksessa. NaOH:ia syötetään 4-5 kg/s.

VA-PU-1933 Dispersiovesipumppu 1	VA-PU-1934 Dispersiovesipumppu 2
MOOTTORI: 660/380 V, 22 KW	MOOTTORI 30KW 2940 1/MIN
6,05 kWh	

Kuva 4. Dispersiovesipumppujen sähkönkulutus

Dispersiovesipumput pumpaavat vettä, johon sekoitetaan paineilmaa sekaan. Dispersiovedessä olevat mikrokuplat saavat flotaatioaltaissa flotaation aikaiseksi, jolloin vedessä oleva lika nousee pintaan. Kuvan 4 dispersiopumppujen sähkönkulutus on saatu laskemalla. Pumppujen kuormat on saatu prosessikuvista ja kerrottu pumppujen tehoilla. Tästä saatu tulos on jaettu neljällä ja laskettu tulokset yhteen. Pumpuista molemmat pyörivät jatkuvasti ja kuvan 4 sähkönkulutus on siis molempien pumppujen yhteiskulutus demiveden tuottamisen osalta.

VA-PU-1936 Puhdasvesipumppu 1	VA-PU-1937 Puhdasvesipumppu 2
MOOTTORI 660V, 160KW	MOOTTORI 660V, 160 KW
Kattilaveden KEMPU osuus	43,6 kWh

Kuva 5. Puhdasvesipumppujen sähkönkulutus

Puhdasvesipumput pumpaavat kempuveden eteenpäin KEMPU-laitokselta käyttökohteisiin. Niiden sähkönkulutus on esitetty kuvassa 5. Pumppujen sähkönkulutus on laskettu samalla tavalla kuin kuvassa 4. KEMPU-laitokselta vesi pumpataan RO esisuodattimien läpi, jossa poistetaan kiintoaines. Ennen esisuodattimia joukkoon sekoitetaan edelleen NaOH sekä antiskalanttia. Antiskalantin tehtävänä on estää saostumien muodostumista suodatusvaiheessa, koska saostumat tukkivat helposti suodatinkalvot.

VA-PU-51018 Demivesipumppu	VA-PU-51019 Demivesipumppu
MOOTTORI 75KW, 690 V	MOOTTORI 75KW, 690 V
31,05 kWh	31,05 kWh

Kuva 6. Demivesipumppujen sähkönkulutus

Demivesipumput pumpaavat veden RO yksiköiden läpi. Pumppujen sähkönkulutus on esitetty kuvassa 6. Pumppujen sähkönkulutukset on laskettu pumppujen kuormien perusteella, mutta tulosta ei jaeta neljällä niin kuin edellisissä pumpuissa. Näitä pumppuja käytetään ainoastaan demiveden valmistukseen, joten koko sähkönkulutus menee siihen. Pumput tuottavat noin 10 - 11 bar paineen ja molemmille demivesilinjoille on oma pumppu. RO prosessilla saavutetaan alle 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ johtokyky, mutta se ei ole vielä riittävän hyvä. Tämän jälkeen vesi menee sekavaihdinten läpi, jolla saavutetaan alle 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ johtokyky. Vesi pumpataan edelleen suolavapaaseen vesisäiliöön, josta se pumpataan omalla pumpulla lisävesisäiliöihin, kuten kuvasta 2 (s. 10) nähdään.

VA-PU-22108 Suolavapaavesisäiliön pumppu	
MOOTTORI	55 KW, 660 V
	28,6 kWh

Kuva 7. Suolavapaavesisäiliön pumpun sähkönkulutus

Kuvassa 7 mainittu suolavapaavesisäiliö on säiliön nimi, johon kaikki tuotettu lisävesi pumpataan. Suolavapaavesisäiliöstä lisävesi pumpataan LVL 1:n ja LVL 2:n lisävesisäiliöihin kuvassa 7 esitetyllä pumpulla PU-22108. Sähkönkulutus on laskettu samalla tavalla, kuin kuvan 6 pumpuille.

Sekavaihdinten elvytys tapahtuu noin 15 000 m³ välein. Elvytys tehdään yhdelle vaihtimelle kerralla, jolloin toinen vaihdin on edelleen käytössä. Elvytyksen tarve riippuu lisäveden tuottamisen määrästä, mutta keskimäärin elvytys tehdään kerran viikkoon. Yhden vaihtimen elvytykseen käytetään 80 litraa 93 % rikkihappoa sekä 796 litraa 15 % NaOH.

Lisäveden kulutus on osoittautunut ongelmaksi tehtaalla. Lisävettä tuotetaan keskimäärin 120 kuutiota tunnissa kahdella demivesilinjalla. Lisäveden maksimituotantokapasiteetti on 140 m³/h edellä esitetyllä laitteistolla. Normaaliolanteessa kapasiteetti riittää, mutta esim. talven kovimmilla pakka-silla kapasiteetti ei välttämättä riitä. Kesällä 2016 valmistuva viilupuulinja tulee edelleen lisäämään lisäveden tarvetta noin 1 kg/s. Lisäveden tuottamiseen on mahdollista ottaa myös vanha vesilaitos käyttöön uuden rinnalle, mutta tarkoitus olisi, että kaikki lisävesi pystyttäisiin tuottamaan käyttä-mällä vain uutta laitosta.

4 MITTAUSTIEDOT JA TULOKSET

Mittauspisteet on kerätty etsimällä niitä PI-kaavioista, prosessikuvista, sekä Wedgen mittauslistasta. Mittauksista on tämän jälkeen haettu tiedot kolmen kuukauden ajalta PHD:stä. Mittausten tunnuksset ovat esim. muotoa FI721593.mes. Edessä oleva FI tarkoittaa flow indicator, eli virtausmittausta ja jäljessä oleva numerokoodi mittauksen positiota. Mittaustiedoista on tehty Excel-laskentataulukko, joka laskee määrälliset ja rahalliset häviöt, sekä lauhteiden palautusprosentit. Näiden tietojen poh-jalta on eSankey-ohjelmalla rakennettu tase, missä näkyy kulutuskohteisiin tulevat höyryvirrat, sieltä palautuvat lauhdemäärät, sekä lauhde- tai höyryhäviöt.

4.1 Lisävesilaitos

Lisäveden kokonaistuotantoa mittaa FI721185.mes. Kokonaistuotannosta vähentämällä LVL2:n lisä-vesisäiliöön menevä määrä 7,1 kg/s, saadaan LVL1:n tarvitsema lisävesimäärä 26,46 kg/s. Lisäve-säiliöiden pinnat pyritään pitämään tietyllä tasolla, mutta esim. demivesilaitoksen toisen sekavaihti-men ollessa elvytyksessä, pinnat laskevat. Jos säiliöiden pinnat pääsevät laskemaan, joudutaan tuo-tantoa lisäämään, jotta saadaan säiliöiden pinnat takaisin normaalille tasolle. Laitteiston kannalta on aina kuitenkin parempi, jos pystytään pitämään tasainen tuotanto sen sijaan, että ajetaan laitteistoa toisinaan täydellä kapasiteetilla. Mikäli säiliöistä pääsisi vesi loppumaan kokonaan, johtaisi tämä koko tehtaan alasajoon.

FI721593.mes LISAVESI LVL2 SYVESAILIOON - 7,1 kg/s
 FI721185.mes LISAVESI LVL1 SYVESAILIOON (LISÄVEDEN KOKONAISTUOTANTO) - 33,56 kg/s
 LISAVESI LVL1 SYVESAILIOON - 26,46 kg/s (LASKETTU)

4.2 Paperikone 3 ja paperitehdas 1

Höyryverkosta on selvitetty mittauspisteiden avulla höyrymäärät PK3:lle ja PT1:lle, sekä sieltä palautuvien lauhteiden määrät. Näiden tietojen pohjalta on piirretty tasekuva (kuva 8, s. 14), missä näkyy tulevat höyry ja palautuvat lauhteet.

PK3:n kuivaussylintereille otetaan höyryä 8 bar ja 400 kPa höyrylinjoista. Määrätiedot saadaan mittauspisteistä FI302054.mes, sekä FI728225.mes. Kuivaussylintereiden höyry muodostaa suurimman osan PK3:n kulutuksesta. Höyryn tarkoitus on kuumentaa kuivaussylintereitä, jolloin niihin kosketuksessa oleva kartonki kuumenee ja sen sisältämä vesi haihtuu.

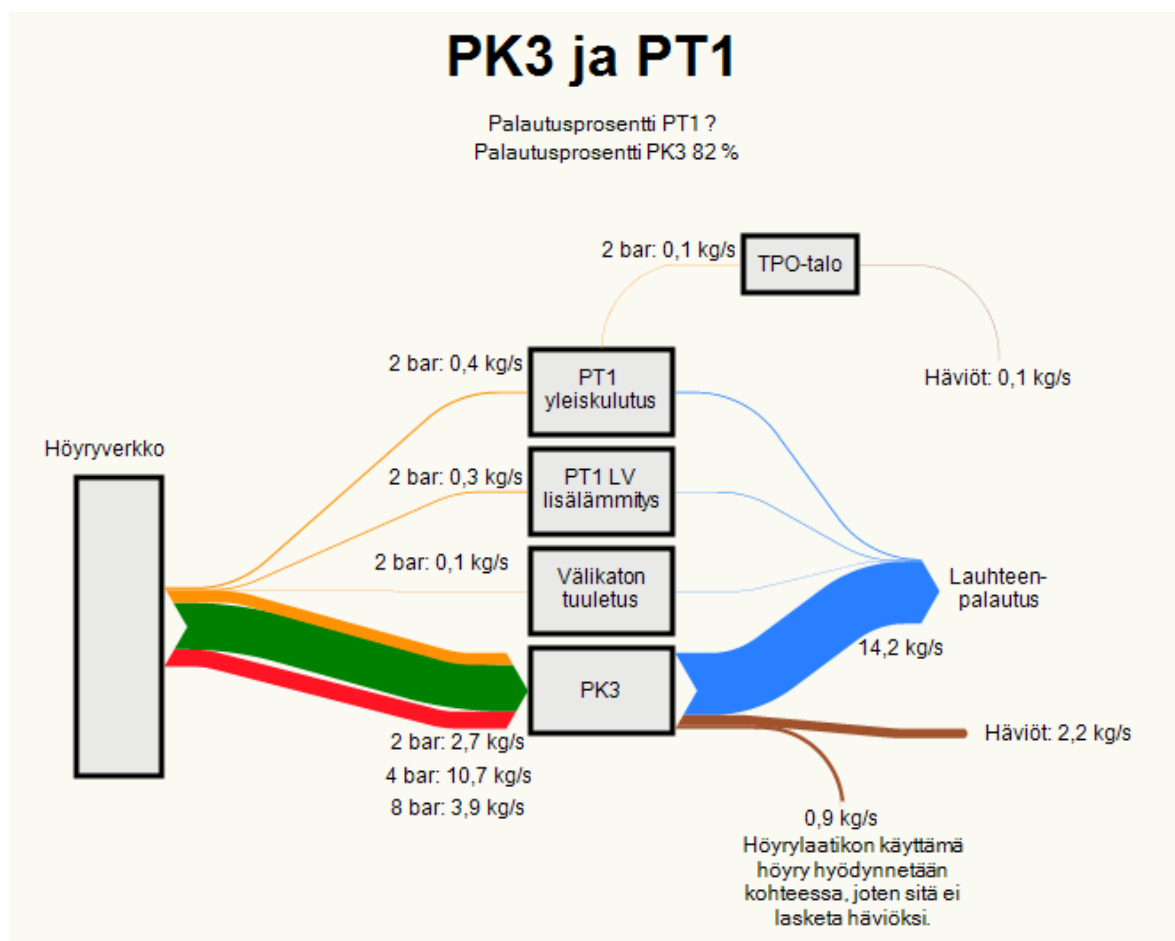
FI302054.mes 8 bar HÖYRY KOKO.MÄÄRÄ
 FI728225.mes 400 KPA HOYRYMAARA PK3:LLE

PT1 yleiskulutus, lisäveden lisälämmitys, TPO-talon lämminvesi sekä välikaton tuuletus ovat paperitehdas 1:n mittauksia. TPO-talon lämmitykseen käytetään PT1 yleiskulutuslinjasta otettavaa höyryä. LTO kokonaishöyryn kulutus ja taskupuhallus ovat PK3:n piiriin laskettuja mittauksia, vaikka niihin käytettävä höyry tulee samasta päälinjasta kuin muihin PT1:n käyttökohteisiin tuleva höyry.

FI303607.mes TPO-TALO LÄMMINVESI
 FI303608.mes PT1 YLEISKULUTUS
 FI303609.mes PT1 LV LISÄLÄMMITYS
 FI303613.mes LTO KOKONAISHÖYRYN KULUTUS
 FI303618.mes TASKUPUHALLUS HÖYRYMÄÄRÄ
 FI303645.mes VÄLIKATON TUULETUS HÖYRYMÄÄRÄ

PT1:n kokonaishöyrynkulutusta mittaa FI728214.mes. Kuvaan 8 höyrymäärät ovat jaettu kulutuskohteittain. Mittaus näyttää hieman suurempaa lukua kuin höyryn kuluttajat laskettuna yhteen. Tämä tarkoittaa sitä, että mittauksissa on epätarkkuutta, tai PT1:llä on joitakin ”piilokulutuskohteita”, joille ei ole määrämittauksia. Höyrylaatikolle menevä höyry tulee piirrustusten mukaan PT1 2 bar linjasta, mutta kuuleman mukaan se tulisi RCF:lle menevästä 2 bar höyrylinjasta. Mikäli mittauksiin ja piirustuksiin on uskomista, niin tämä tuskin on paikkaansa pitävä tieto. FI302055.mes on PK3:n höyrylaatikon höyryn virtausmittaus ja sille tulee höyry piirrustusten mukaan samasta päälinjasta, josta PT1 ottaa höyrynsä.

FI728214.mes 200 KPA HOYRYMAARA PT1:LLE
 FI302055.mes 2 bar HÖYRY MÄÄRÄ



Kuva 8. PK3 ja PT1 höyryn kulutukset, lauhteen palautus, sekä lauhdehäviöt

PT1:n lauhteenpalautusta mittaa FI721179.mes. Tämä mittaus näyttää jatkuvasti 1.7 kg/s, joten se ei toimi. Tästä syystä PT1:lle ei pystytä laskemaan lauhteen palautusprosenttia, eikä myöskään tiedetä paljonko lauhdetta todellisuudessa palautuu. FI302062.mes on PK3:n lauhteenpalautusmittaus. PK3:n lauhdetta käytetään myös itse prosessissa mm. reunapilleissä sekä höyrylaatikon höyryn jäähdyttämisessä. Näille ei ole määramittausta, eikä lauhdetta saada myöskään talteen. Kuvaan 8 laskettu häviö johtuu ainakin osittain näistä. Häviö on laskettu vähentämällä palautuva lauhde PK3:lle tulevasta höyrymäärästä.

FI721179.mes PT1 KOKONAISLAUHDEMÄÄRÄ

FI302062.mes KONELAUHDE LVL-1:LLE MÄÄRÄ

Paperikonetta lämmitettäessä lauhteet eivät tule puhtaana takaisin, jolloin ne ajetaan kanaaliin. Kanaaliin ajo tapahtuu avaamalla käsiventtiili ja seuraamalla K7:n prosessikuvissa olevaa johtokyky- ja silikaattimittausta. Käsiventtiili suljetaan, kun lauhteen silikaatti on riittävällä tasolla. Ongelmana käsiventtiilissä on se, että se mahdollistaa ihmisen aiheuttaman virheen, jolloin venttiili voi unohtua auki. Tästä aiheutuva rahallinen tappio ei ole suuri, jos venttiili unohtuu auki esim. muutamaksi tunniksi. Tähän olisi mahdollista harkita automaattiventtiiliä, joka avautuisi veden laadun heiketessä ja sulkeutuisi sen ollessa riittävällä tasolla. Tämä vaatisi sitä, että varmistetaan veden laatumittausten toimivuus, koska muuten lauhteet saattaisivat mennä kanaaliin turhaan tai takaisin kiertoonsa silloin, kun lauhteen laatu ei ole riittävä.

4.3 Kuitulinja

Kuitulinja on suurin kohde, jossa lauhdetta ei saada takaisin vesikiertoon. Kuitulinjalla häviää noin 7,8 kg/s lauhdetta. Kuvassa 9 häviöiden määrä yhteenlaskettuna on 8,1 kg/s. Arvo 7,8 kg/s on saatu laskemalla höyryverkon puolelta mittausten FI808205.mes, FI801083.mes ja FI166.mes arvot yhteen ja vähennetty siitä palautuvan lauhteen määrä. Yleisesti ottaen höyryn määrämittaukset ovat parhaiten huollettuja mittauksia, minkä takia käytetään niistä laskettua arvoa häviön laskemiseen.

Kuitulinja hyödyntää 17 bar höyryä suoraan keitossa. 2,8 bar höyryä ajetaan hakesiiloon, jossa haketta pasutetaan. Nämä ovat suoria höyryn käyttökohteita, eli höyry hyödynnetään suoraan prosessissa, jolloin lauhdetta ei saada talteen.

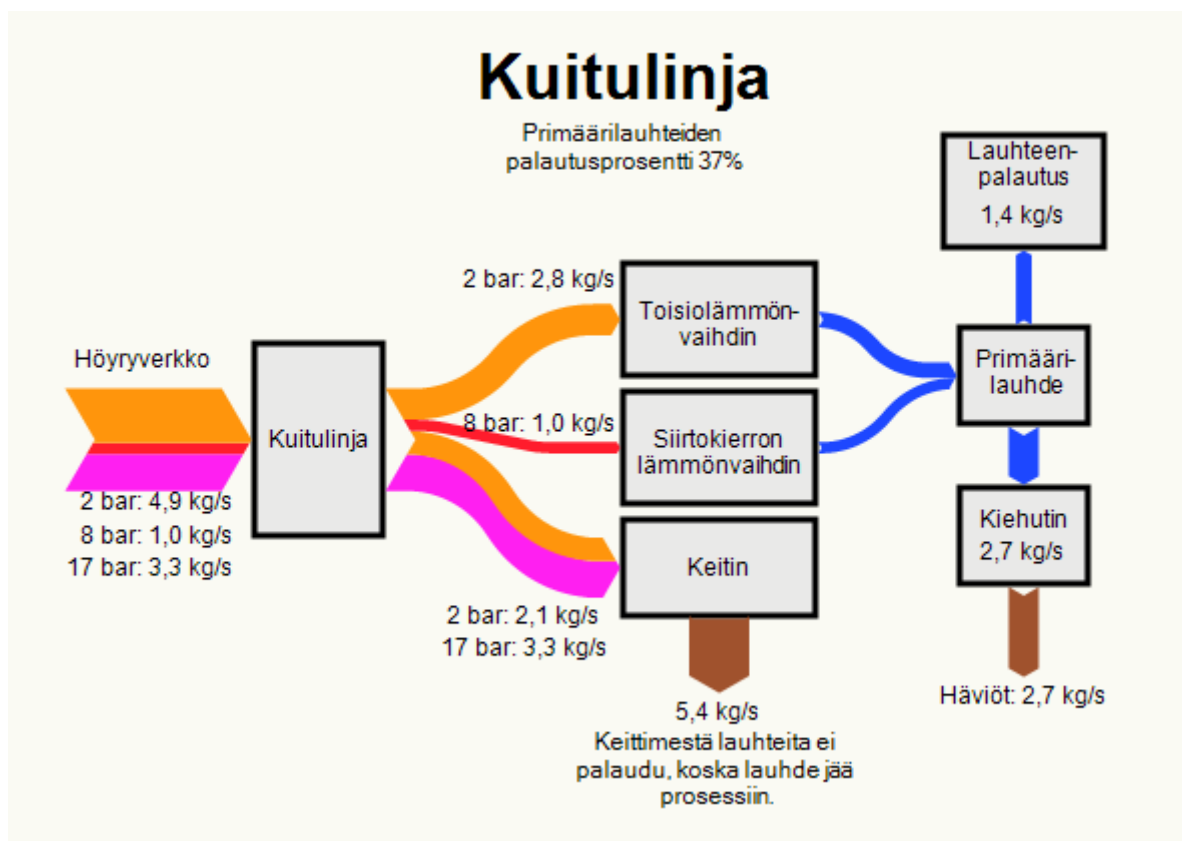
FI808205.mes HOYRY 17bar KEITTO/HAPPIVAIHE

FI801083.mes 280 kPa HÖYRY

Mittauksen FI166.mes 8 bar höyry ei mene keittoon, vaikka mittauksen nimi niin sanoo. 8 bar höyryä käytetään siirtokierron lämmönvaihtimissa ja siitä tuleva lauhde saadaan talteen. FI801413.mes mittauksen höyry käytetään toisiolämmönvaihtimessa, jolla lämmitetään 90 °C asteista vettä. Vettä hyödynnetään kuitulinjan prosesseissa sekä KEMPU-laitoksella.

FI166.mes 800 KPA HÖYRY KEITTOON

FI801413.mes 180 KPA HOYRY TOISIOAMMONV.



Kuva 9. Kuitulinjan höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

Vuonna 2007 kuitulinjalle tullut kiehutin käyttää noin 2,7 kg/s lauhdetta. Kiehuttimella tehdään 2 bar höyryä hakesiiloon ajettavaksi. Kiehuttimelta tuleva lauhde on likaista ja sitä ei saada takaisin vesikiertoon. Kiehuttimen lauhdetta ajetaan sekundäärilauhdesäiliöön ja hyödynnetään muissa prosesseissa eri puolilla tehdasta. Se osuus mikä jää yli primäärilauhteesta, eli noin 1,4 kg/s palautetaan takaisin soodakattilalle. Kiehuttimeen on mahdollista ottaa myös voimalaitokselta lauhdetta, mikäli kuitulinjan oma lauhde ei riitä.

FI1516.mes P-LAUHDE KIEHUTTIMEEN

FI1071.mes LAUHDE KEITTÄMÖLTÄ

4.4 Soodakattila

Soodakattila on tehtaan toiseksi suurin kattila ja sillä tehdään noin 28 kg/s höyryä. Kattilalla pystytään tekemään enemmänkin, mutta 28 kg/s on saatu kolmen kuukauden keskiarvona, ottaen huomioon mahdolliset alasajot yms.

Soodakattilalla höyryä käytetään mm. ilmastonneissa ja öljyn, lipeän sekä ilman esilämmityksessä. Tällaisia kulutuskohteita kutsutaan omakäyttökohteiksi. Öljyn ja lipeän esilämmityksestä palautuva lauhde ajetaan öljylauhdesäiliöön, eikä sitä saada takaisin kiertoon. Kuvassa 10 omakäytöstä lähtevä 0,1 kg/s suuruinen häviö on öljylauhdesäiliöön päätyvän lauhteen määrä. Muut soodakattilan lauhteet palautuvat kahteen eri lauhdesäiliöön paineen mukaan ja sieltä SKL:n päälauhdesäiliöön. Kattilalta löytyy myös muita höyryn kulutuskohteita, mutta niille ei ole mittauksia, joten niiden oletetaan palauttavan kaiken lauhteen, minkä ne ovat höyrynä ottaneet.

FI813059.mes 800 kPa HOYRY LVL1:LTA

FI813060.mes 180 kPa HOYRY LVL1:LTA (omak)

Ruiskutusvettä käytetään säätämään höyryn lämpötilaa tulistimissa. Ruiskutusvetenä käytetään syöttövettä ja sitä käytetään noin 2,1 kg/s. Ruiskutusvesi syötetään höyryn joukkoon, jolloin se muuttuu höyryksi ja lisää höyrymäärää. Näin ollen sitä ei lasketa häviöksi.

FI813025.mes RUISKUTUSVESI 1. JAAHDYTYKSEEN

FI813028.mes RUISKUTUSVESI 2. JAAHDYTYKSEEN

FI813042.mes NUOHOUSHOYRYN KOKONAISMAARA

FI813050.mes JATKUVA ULOSPUHALLUS

Nuohoushöyry on suora höyryn kulutuskohde, koska ilman sitä kattila ei toimisi. Tämän takia sen lämpöhäviötä ei huomioida rahallista häviötä laskettaessa, mutta huomioidaan lauhteen määrähäviönä. Ulospuhalluksen tarkoituksena on poistaa kattilaveden kiehumisessa syntyviä epäpuhtauksia ja puhalttaa ne ulospuhallussäiliön kautta pois vesikierrasta.

Ulospuhalluksen määrä on noin 0,4 kg/s ja sitä ei saada takaisin vesikiertoon. Kuvassa 10 oleva suolattoman veden häviö tarkoittaa, että noin 8,4 % kattilan tuottamasta höyrystä häviää ulospuhalluksessa ja nuohoimissa. Soodakattilan lauhteenpalautusprosentti jää melko matalaksi suuren nuohoustarpeen takia.

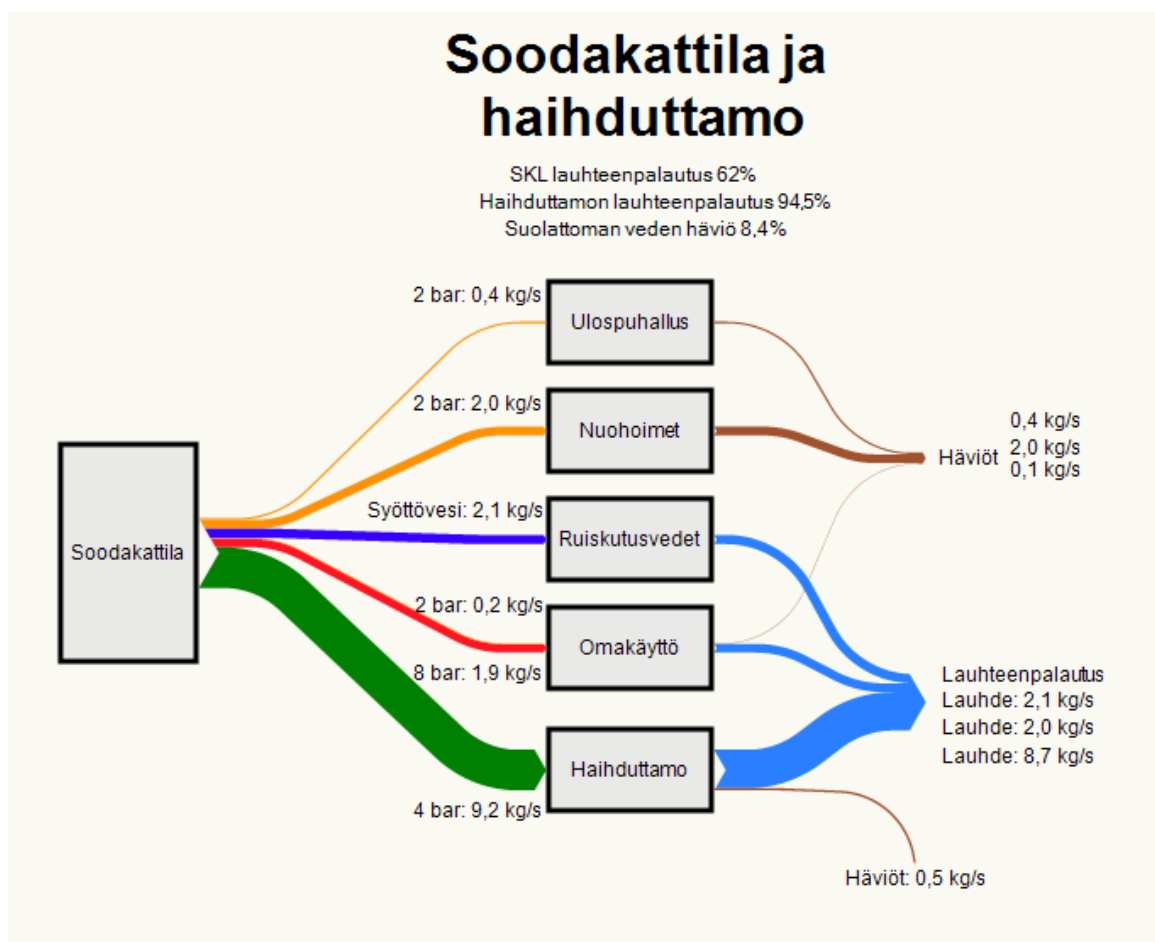
4.5 Haihduttamo

Haihduttamon tarkoitus on poistaa kuitulinjalta tulevasta laihalipeästä vesi, jolloin saadaan polttoainetta soodakattilan polttoaineeksi. Samalla haihduttamossa kerätään talteen metanolia, mäntysuopaa ja tärpättiä. Metanoli muutetaan nestemäiseen muotoon Woops-projektissa tullessa uudessa metanolilaitoksessa ja poltetaan sen jälkeen soodakattilassa. Suovasta valmistetaan myytävää mäntyöljyä HDS-laitoksessa (hydro dynamic separation).

Haihduttamossa on useita yksiköitä, mutta niistä vain 1. yksikkö käyttää höyryä. Muut haihduttamon yksiköt käyttävät sekundäärilauhdetta, sekä termoyksikkö sähköä. Haihduttamo käyttää 4 bar höyryä noin 9,2 kg/s. Kuvassa 10 näkyvä 0,5 kg/s suuruinen haihduttamon häviömäärä johtuu häiriötilanteista, kuten haihduttamon pesuista sekä ylösajoista. Haihduttamon lauhteet palautuvat takaisin soodakattilalle.

FC4051.mes 400 kPa HÖYRY HAIHDUTTAMOLLE

FI4067.mes PRIMÄÄRILAUHTEEN MÄÄRÄ



Kuva 10. Soodakattilan ja haihduttamon höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

4.6 Kuivauskone 3

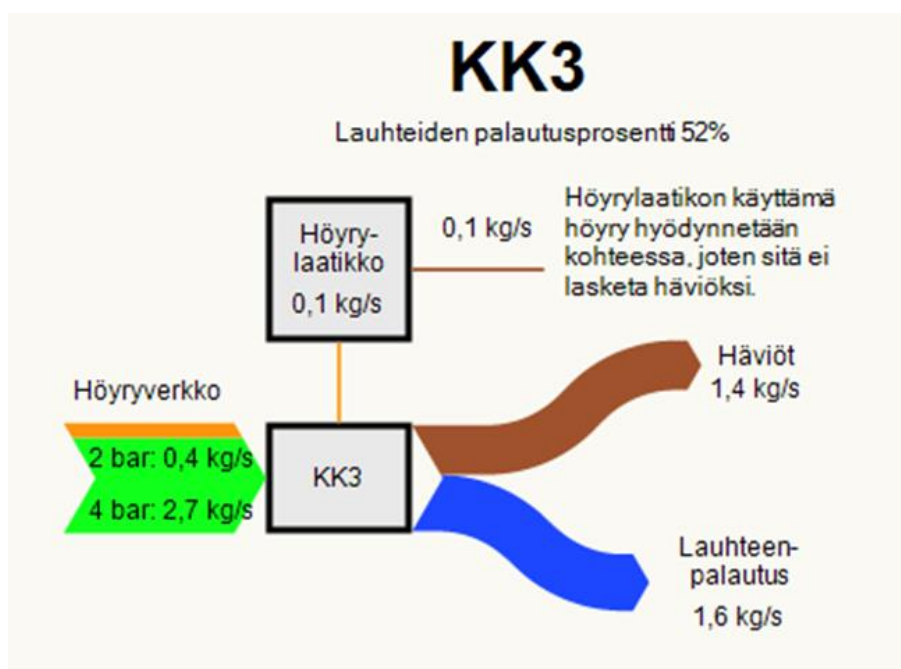
Kuivauskoneella kuivataan sellua arkeiksi ja myydään sellaisenaan. Kuivauskone käyttää pääasiassa 4 bar höyryä kuivaussylintereissä, sekä pienen määrän 2 bar höyryä. 2 bar höyryä käytetään myös höyrylaatikossa. Kuivauskoneen lauhde palautuu soodakattilalle. Kuten PK3:lla, myös kuivauskoneella käytetään pieni määrä lauhdetta reunapilleissä ja höyrylaatikon höyryn jäähdyttämisessä. Näille ei ole olemassa mittauksia. Höyryä käytetään myös ilmastoinnissa, mutta ilmastointi toimii lämpötilamittauksen perässä ja määrämittauksia ei ole. Lauhteet saadaan ilmastoinnista talteen.

FI816773.mes KK3 400kPa HOYRY KUIVAUSKONEELLE

FI806788.mes 180 kPa HOYRY KUIVAUSKONEELLE

FI806766.mes HÖYRYLAATIKKO, HÖYRYN VIRTAAUS

FI906656.mes LAUHDE KUIVAUSKONEELTA



Kuva 11. Kuivauskoneen höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

Kuivauskoneen lauhteenpalautusprosentti on melko huono, jos verrataan palautusprosenttia esim. PK3:n palautusprosenttiin (kuvat 9 ja 11). Työn aikana ei ollut riittävästi aikaa selvittää jokaisen kohteen häviöiden syitä. Osittain häviöt voivat johtua mittausten tarkkuudesta, koska noin kaksi kuukautta aikaisemmalla mittausten tarkasteluaikavälillä palautusprosentti oli noin 80 %.

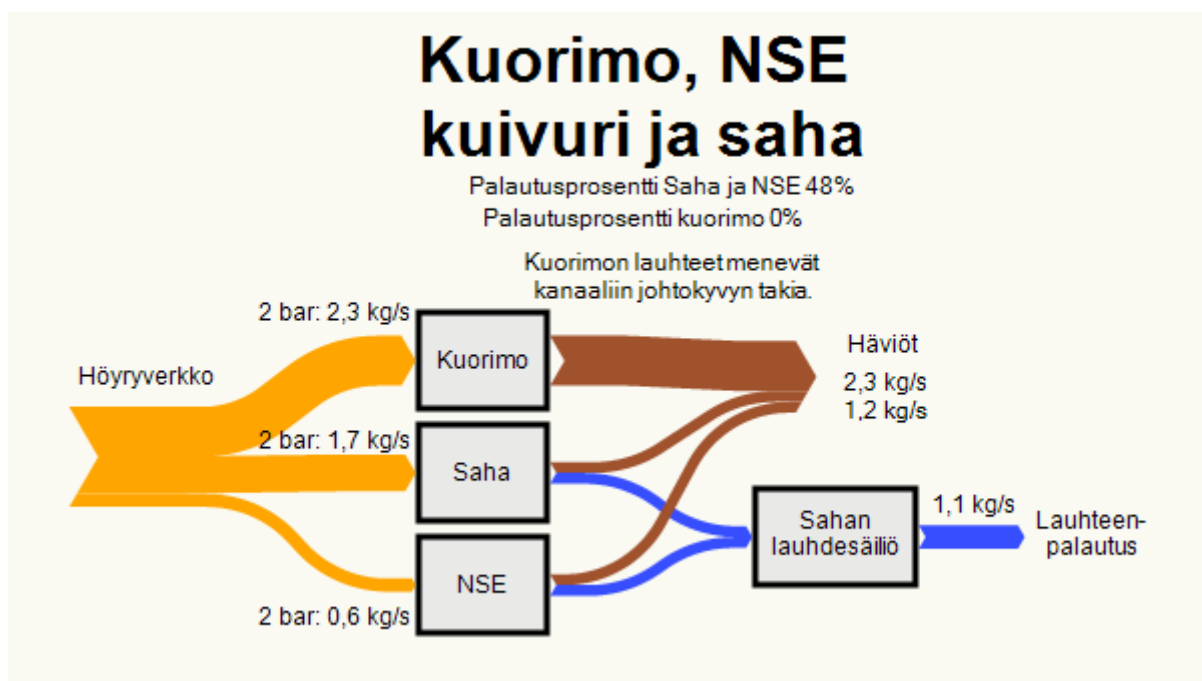
4.7 Kuorimo, NSE kuivain ja saha

Kuorimon tarkoituksena on poistaa sinne tulevasta puusta kuori. Tämän jälkeen puut haketetaan tiettyyn palakokoon, joka on sopiva käytettäväksi kuitulinjalla. Kuorimo ottaa 2 bar höyryä talvisai-kaan neljälle lämmönsiirtimelle sulatusveden lämmitykseen. 2 bar höyryä käytetään myös kuorimon LVI-laitteissa.

FI820763.mes KUORIMON HÖYRYN VIRTAUS

FI820804.mes LAUHDE VOIMALAITOKSELLE

Kuorimon lauhteet palautetaan normaalisti voimalaitokselle. Kuorimon lauhteet ovat kuitenkin menneet kanaaliin jo jonkin aikaa korkean johtokyvyn takia. Prosessikuivissa johtokykymittaus näyttää noin $0,5 \mu\text{S}/\text{cm}$, mutta paikan päällä mittauksen näyttö näyttää yli $9 \mu\text{S}/\text{cm}$. Mikäli mittaus pitää paikkaansa, on todennäköistä, että jossakin lämmönvaihtimista on vuoto, jolloin sulatusvettä pääsee sekoittumaan lauhteeseen. Sulatusvesi on kattilaveden mittakaavassa likaista, puhdistamatonta vettä, joten hyvin pienikin määrä riittää likaamaan palautuvan lauhteen. Toinen mahdollinen syy on, että johtokykymittaus ei toimi.



Kuva 12. Kuorimon, NSE kuivurin ja sahan höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

FI818095.mes on meesauunin yhteydessä olevan kaasutuslaitoksen polttoaineen kuivaimelle tulevan höyryn määramittaus. Höyryä käytetään lämmittämään vesi-glykoli kiertoa, jota käytetään purun kuivaamiseen. Kuivaimella on oma lauhdesäiliö, josta lauhde pumpataan vanhan kuorimon tiloissa olevaan sahan lauhdesäiliöön. Lauhteelle ei ole määramittauksia, joten kuvaan 12 ei ole erikseen määritetty kuivaimen ja sahan lauhdemääriä. Mittaus FI820064.mes mittaa sahan, sekä kuivaimen lauhdemäärää, koska lauhteet tulevat niistä samaan lauhdesäiliöön.

FI818095.mes HÖYRY LÄMMÖNSIIRTIMILLE (MITTAUS)

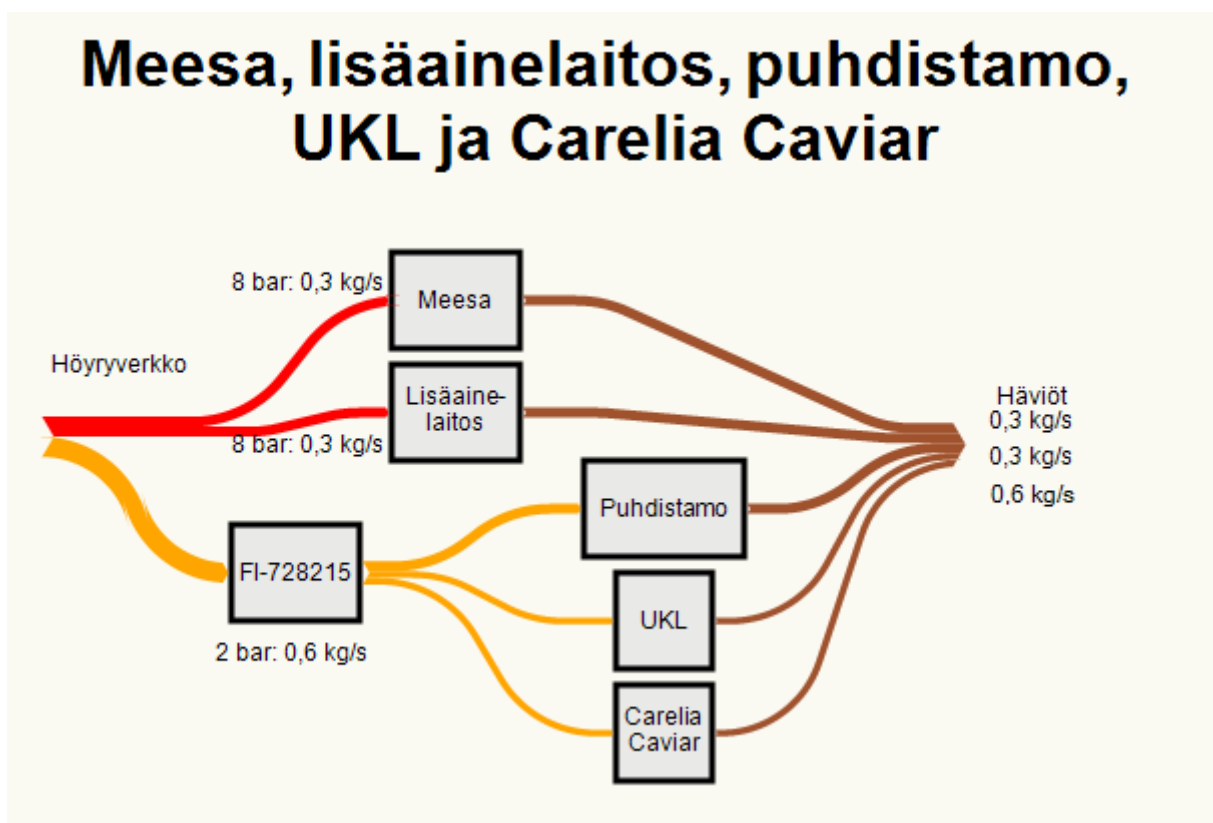
FI728216.sah SAHAN LÄMMÖNVAIHDIN HÖYRYMÄÄRÄ YHT.

Kuivain ei ole jatkuvasti päällä, vaan noin 12 tuntia vuorokaudessa. Kuivainta ei pidetä myöskään päällä, jos meesauunin kaasutin ei ole käytössä. Käynnissä ollessa kuivain käyttää noin 2 kg/s 2 bar höyryä. Käyttöhenkilösten mukaan kuivaimen lauhdesäiliöstä lauhdetta siirtävä pumppu ei jaksaisi siirtää koko lauhdemäärää, jonka takia lauhdesäiliön tyhjennysventtiili on jatkuvasti hieman raollaan.

Sahan kaksi lämmönvaihdinta ovat vanhan kuorimon tiloissa. Lämmönvaihtimissa käytetään samasta linjasta tulevaa 2 bar höyryä, kun NSE kuivurilla ja kuorimolla. Lämmönvaihtimet lämmittävät suljetussa kierrossa olevaa vettä sahan tarpeisiin. Lämmönvaihtimilta lauhde palautuu lauhdesäiliöön, mistä lauhde pumpataan takaisin LVL1:lle vesikiertoon. Sahan lauhteenpalautusmittaus FI820064.mes on väärällä nimellä, luultavasti koska se sijaitsee vanhan kuorimon tiloissa.

FI820064.mes KUORIMO LAUHDEPALAUTUS VIRTAAUS

4.8 Meesauuni, lisäainelaitos, puhdistamo, uusiokuitulaitos ja Carelian Caviar



Kuva 13. Meesauunin, lisäainelaitoksen, puhdistamon, uusiokuitulaitoksen ja Carelia Caviar kalakasvattamon höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

Meesauunille tulevaa 8 bar höyryä käytetään höyryejektoreissa, öljyn hajotushöyrynä, öljyn esilämmityksessä, sekä öljysäiliöiden lämmityksessä. Lauhteita ei saada talteen.

FI817826.mes KEMIKAALIOSASTON HOYRYNMAARA

Lisäainelaitoksella höyryä käytetään spray-tärkkelyksen ja massatärkkelyksen valmistukseen. Valmistuksessa olisi mahdollista käyttää myös lauhdetta. Lauhteita ei saada prosessissa talteen.

FI959038.mes 8 BAR HÖYRYN MÄÄRÄ

Puhdistamolle, UKL:lle ja kalalaitokselle menevä höyry kulkee kaikki yhden mittauksen kautta. Tämä on voimalaitoksen puolen mittaus, eikä siis mittaa ainoastaan UKL:lle menevää höyrymäärää.

FI728215.mes 200 KPA HOYRYMAARA UKL:LLE

NGFI5805 UKL 200 kPa höyrymäärä

NGFI5805 on UKL:n puolella oleva höyryn määramittaus. Mittaus näyttää enimmäkseen nollaa, mutta kuvaajassa näkyy pitemmällä trendillä piikkejä. Mittaus näyttää yksikössä t/h ja piikit ovat hyvin pieniä, joten on todennäköistä, että mittaus ei toimi. Höyryä käytetään veden lämmittämiseen. UKL:n prosessikuviissa löytyy lauhdesäiliö SÄ-710, sekä pumpput PU720 ja PU721, joiden pitäisi pumpata lauhde voimalaitokselle. Pumpput eivät ole pyörineet, eikä lauhdesäiliön pinta ole noussut missään vaiheessa. Vaikka lauhteenpalautus prosessikuviissa löytyy, niin voimalaitokselle asti tulevaa lauhdeputkea ei ilmeisesti ole rakennettu kustannussyistä. UKL:n käyttämä höyrymäärä on hyvin pieni.

Puhdistamolle menevää höyryä mittaa FI990059.mes. Höyryä käytetään lähinnä ilmastoinnissa, sekä tarvittaessa lämminvesisäiliön, jätehapposäiliön ja ferri säiliön lämmityksessä. Ilmastoinnin prosessi kuviissa löytyy höyryn määramittaukset, mutta ne eivät ole toiminnassa.

FI990059.mes Höyryn kokonaismäärä

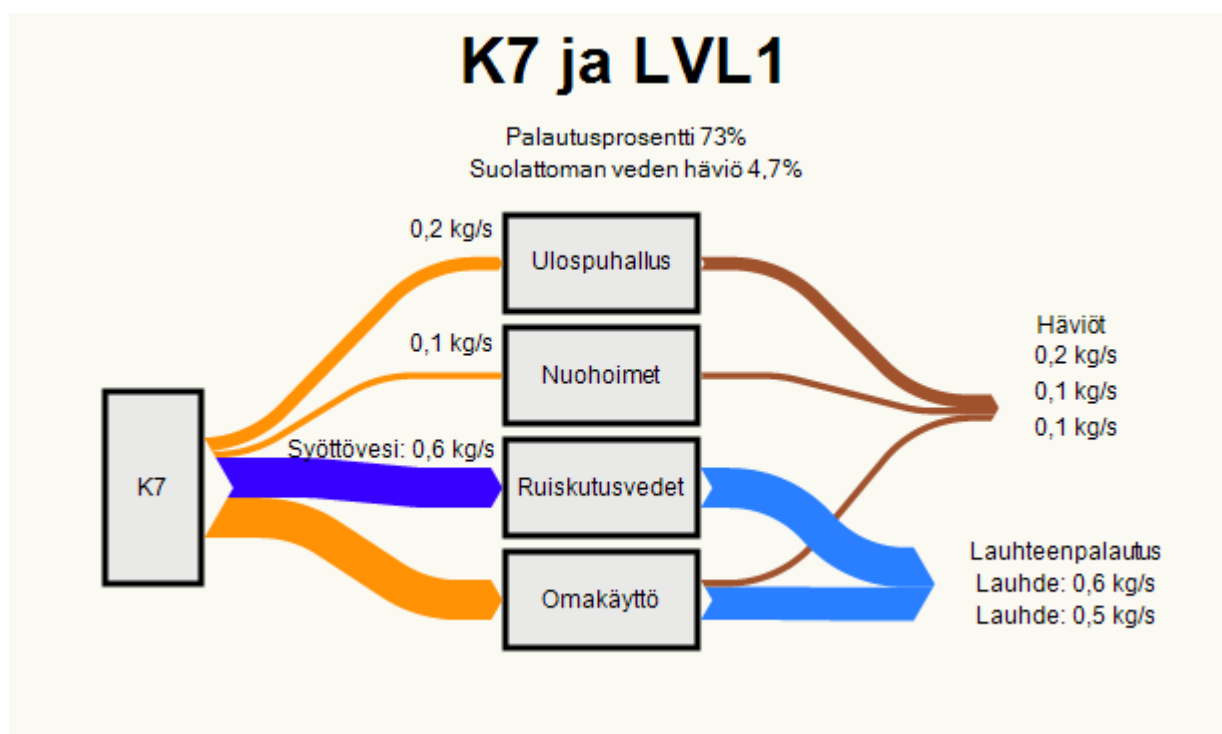
Kalalaitoksella ei ole kulutusmittausta. Lauhteita ei saada talteen yhdeltäkään näistä kuluttajista.

Kuvaan 13 on laitettu näkyviin ainoastaan mittauksen FI728215.mes näyttämä arvo, vaikka kulutuskohteista löytyy myös omia mittauksia. Osa kulutuskohteiden mittauksista ei toimi tai mittauksia ei ole huollettu ja ne näyttävät erittäin todennäköisesti väärää lukemaa.

4.9 Kattila 7 ja lämpövoimalaitos 1

Kattila 7 on pienin tehtaan höyrykattiloista. Kattilan rinnalla on kaasutin, jossa kaasutetaan alumiinipitoista polttoainetta. Polttoaineen sisältämä alumiini kerätään talteen ja kaasuuntunut polttoaine poltetaan kattilassa.

K7 tekee ajossa ollessa vain noin 10 kg/s höyryä. Lauhteiden palautusprosentti ei ole yhtä korkea kuin esim. K6:lla, koska käytettävän höyryn määrä on huomattavasti pienempi ja häviöt suhteessa suuremmat. Höyryn omakäytölle ei ole virtausmittausta. Omakäytön lauhemittaus kattilalta löytyy, joten oletetaan, että kaikki höyry saadaan lauhteena takaisin. Höyrynjakelun pääkaaviosta löytyy myös kulutuskohteita, kuten sosiaaliilojen ilmastointi, IV-kone, termokompressorit ym. Näitä ei ole erikseen lisätty kuvaan 14. Työhön varattu aika ei riittänyt jokaisen mittauksen selvittämiseen, kuu-luvatko ne höyryn omakäyttöön ja palautuuko lauhde. Pääjakelukaavion mukaan niille ei ole myöskään määramittauksia.



Kuva 14. K7:n ja LVL1:n höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

FI721194.mes LVL1 OMAKÄYTTÖLAUHDE

FI7153.mes K7 1. RUIKUTUSVESIMAARA (MITTAUS)

FI7154.mes K7 2. RUIKUTUSVESIMAARA (MITTAUS)

FI7155.mes K7 JATKUVA ULOSPUHALLUS (MITTAUS)

FI7156.mes K7 NUOHOUSHOYRYN VIRTAAUS

K7:n prosessikuivissa löytyy useampia höyryn kulutuskohteita, kuten hajotushöyry, höyrymäärä ilma-kaappiin, kaasutusilman höyry ym. Osa näistä mittauksista ei toimi, joistakin lauhteet palautuu ja osasta ei. K7:lla on myös kulutuskohteita, joista lauhde palautuu suoraan kiertoon, kuten syöttövesisäiliön lämmitys.

LVL1:llä sijaitsee myös tehtaan demivesilaitos, sekä päälauhdesäiliö. Päälauhdesäiliöstä lauhde pumpataan lauhteenpuhdistukseen soodakattilalle, sekä LVL2:lle. Soodakattilan lauhteenpuhdistuksesta soodakattila ottaa suurimman osan omaan syöttövesisäiliöön, mutta osa pumpataan myös LVL1:n syöttövesisäiliöön. LVL2:n lauhteenpuhdistuksesta osa päättyy LVL2:n ja osa LVL1:n syöttövesisäiliöön.

4.10 Kattila 6 ja lämpövoimalaitos 2

K6 on tehtaan suurin kattila. Kattila käyttää pääasiassa kuorta polttoaineena. Poiketen soodakattilasta ja K7:sta, joissa tuotetaan 60 bar höyryä, tuotetaan K6:ssa 110 bar höyryä. Kattilalla tuotetaan noin 40 kg/s höyryä. Kuvasta 15 nähdään myös, että K6:n lauhteenpalautusprosentti on huomattavasti muita kattiloita parempi.

LVL2:lla löytyy omakäyttöhöyrylle, sekä omakäytöstä palautuvalle lauhteelle omat mittaukset. Näistä FI721512.mes, lauhteen palautusmittaus ei toimi. LVL2:n omakäyttöhöyrylle löytyy myös toinen mitaus FI721511.mes, johon on laskettu syöttövesisäiliön lämmitys mukaan, mutta koska siitä tuleva lauhde päätyy suoraan takaisin vesikiertoon, ei sitä ole käytetty tässä. Höyryn omakäyttökohteita löytyy LVL2:lta samanlaisia kuin muualtakin, tilojen ilmastoinnin lämmityksiä yms.

FI711511.mes LVL2 OMAKÄYTTÖHÖYRYMÄÄRÄ

FI721512.mes LVL2 OMAK. LAUHDE

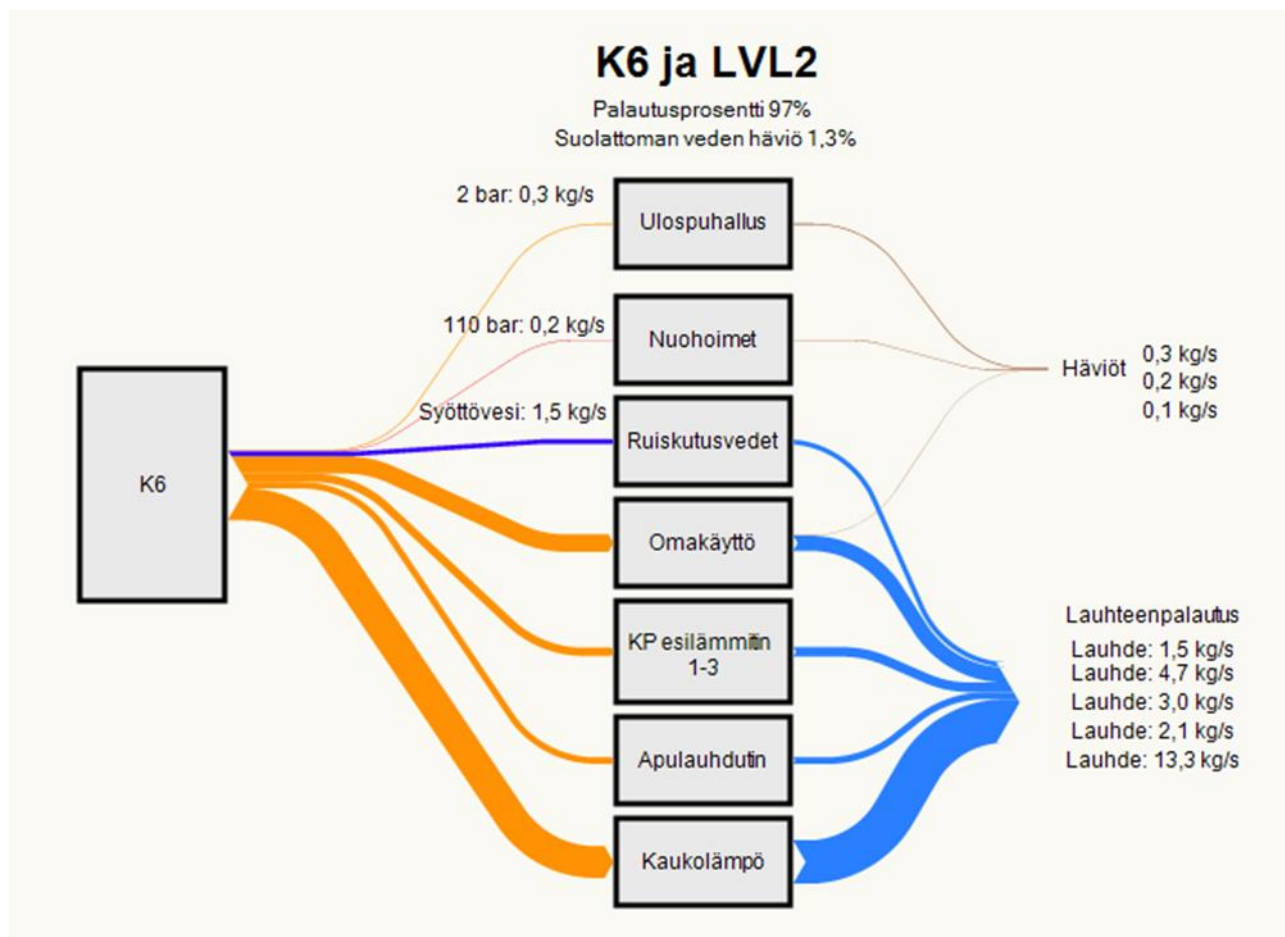
K6 omakäytölle löytyy erikseen 8 bar ja 2 bar höyrymittaukset FI723158.mes ja FI723159.mes. LVL2:lla sekä K6:lla löytyy myös muita kohtuullisen suuria höyryn kulutuskohteita, kuten korkeapaineveden esilämmittimet 1-3, apulauhdutin sekä kaukolämmön lämmönvaihtimet. Näille kulutuskohdille ei ole höyryn määramittauksia, koska niistä pitäisi kaiken lauhteen palautua.

FI721562.mes LVL2 KP-ESIL.1-3 LAUHDE

FI728050.mes APULAUHDUTTAJAN LAUHDE SYVESAILIOON

FI8255.mes KL SYVESÄIL.PALAUT.LAUHDE

Korkeapaine esilämmittimillä lämmitetään K6:n syöttövetä ennen ekonomaiseria. Esilämmittimien lauhde palautetaan suoraan syöttövesisäiliöön.



Kuva 15. K6:n ja LVL2:n höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

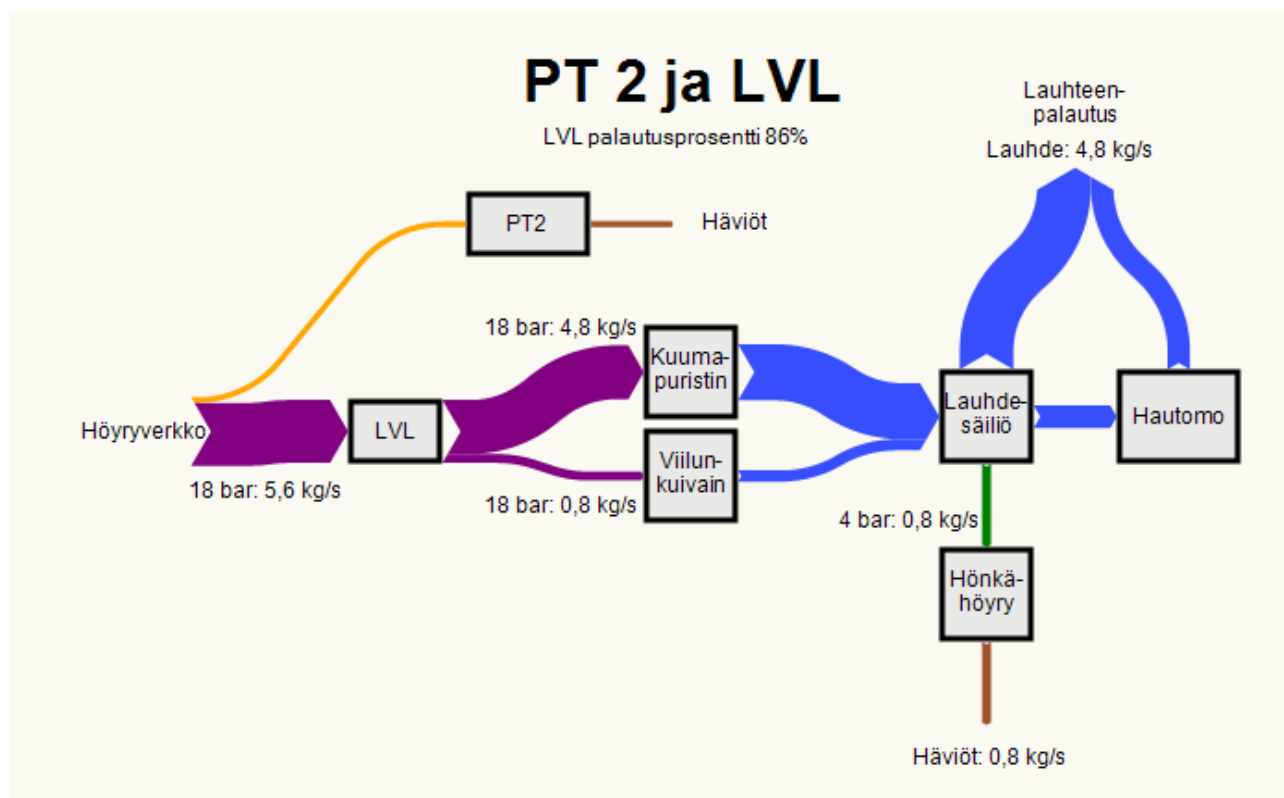
Kaukolämpö käyttää 2 bar höyryä, mutta höyryn määrää säädetään lämpötilamittauksen perusteella. Kaukolämmön kuluttama höyry saadaan talteen ja pumpataan suoraan LVL2:n syöttövesisäiliöön. Itse kaukolämmön vesikierto ei ole 100 % suljettu ja siihen joudutaan lisäämään pieni määrä lisävettä. Kaukolämmön höyrymäärään tässä tarkastelussa on vaikuttanut se, että aikaväli on vuoden kolmelta ensimmäiseltä kuukaudelta, jolloin lämpötilat ovat olleet matalampia. Vuoden ajalta kaukolämmön höyryn kulutus olisi pienempi.

4.11 Paperitehdas 2 ja viilupuu-tuotantolinja

Vuoden 2016 kesänä valmistuva LVL-tuotantolinja tulee käyttämään 18 bar höyryä. Höyryn kulutusmääristä ei ole vielä varmaa tietoa, mutta toimittajan antamien tietojen mukaan sitä käytetään maksimissaan 4,8 kg/s viilunkuivaimella, sekä 0,8 kg/s kuumapuristimella.

”LVL:n lauhdesäiliön hönkähöyry (4 bar(a), 143,6 °C, max. 0,74 kg/s) ajetaan viilunkuivaimen läpi menevän ilman kostutushöyryksi. Ylijäämähöngkä puhalletaan katolle ja jos hönkähöyryn määrä ei riitä hetkellisiin piikkitehoihin, otetaan kostutukseen tarvittava lisähöyry 5 bar reduktiolinjasta.” (SE LVL_projekti_kokousmuistio.)

Hönkähöyryn kokonaismäärästä ei ole tarkkaa tietoa, joten sille on annettu arvo 0,8 kg/s.

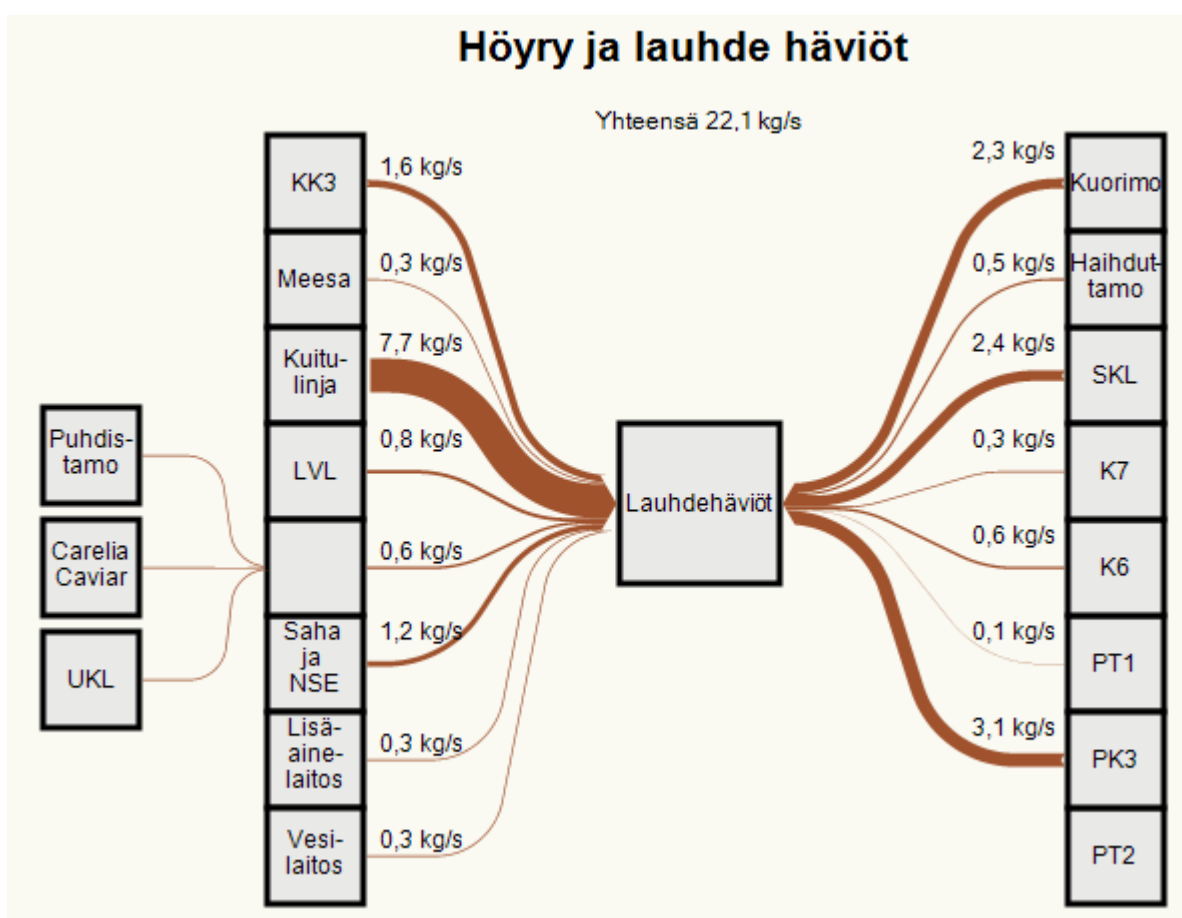


Kuva 16. PT 2:n ja LVL:n höyryn kulutus, lauhteen palautus ja lauhdehäviöt

Lauhesäiliöltä päälauhesäiliöön menevään linjaan tullaan lisäämään kaksi lämmönvaihdinta, joilla lämmitetään hautomon altaita. LVL:n kokousmuistion mukaan lämmönvaihtimilta tuleva lauhde ajetaan viemäriin, mutta PI-kaavion mukaan lauhteet tulevat talteen. Asiasta ei saatu täyttä varmuutta, mutta sovittiin, että tässä työssä asiaa käsiteltäisiin aivan kuin ne kerättäisiin talteen.

PT 2:lla on olemassa höyryn virtausmittaus FI737000.mes ja lauhteen virtausmittaus FI721180.mes, mutta molemmat näyttävät nollaa. Stora Ensolla on olemassa selvitys, miksi mittaukset eivät toimi. Työn aikana ei kyseiseen selvitykseen ollut aikaa tutustua, mutta ilmeisesti höyrymäärä on niin pieni, että mittaus ei huomaa virtausta. PK4:n poistuttua, on PT2:n mittaukset sekä lauhteenpalautus myös unohdettu. PT2:lta on olemassa lauhteenpalautuslinja, mutta linja on päässyt hajoamaan eikä siihen ole juurikaan kiinnitetty huomiota. Näistä syistä kuvaan 16 ei ole laitettu mitään tietoja PT2:sta.

4.12 Tehtaan höyry -ja lauhdehäviöt



Kuva 17. Koko tehtaan höyry- ja lauhde häviöt

Kuvasta 17 nähdään koko tehtaan kattilavesihäviöt olomuodosta riippumatta. Kuitulinjalla häviää selvästi eniten kattilavettä. Kuvaan on otettu mukaan myös LVL, vaikka sinne kulutusta ei vielä ole. Vanha vesilaitos on ollut myös jossakin vaiheessa käytössä, minkä takia sen höyrynkulutus on laskettu tähän mukaan. PT2:n höyry -tai lauhdemäärästä ei ole tietoa, joten sille ei ole kuvassa mitään arvoa.

Häviöihin ei ole laskettu mukaan höyryputkiin lauhtuvaa vesimäärää, joka poistuu vesitysten kautta. Vesityksistä aiheutuvan häviön laskemiselle ei työssä ollut riittävästi aikaa. Tehtaalta saadun arvion mukaan vesihäviöön voidaan lisätä noin 20 % vesityshäviötä. Tämä tarkoittaa, että kattilavettä häviää noin 26,5 kg/s. Kun lisävetä tuotetaan 33,5 kg/s, jää erotukseksi 7 kg/s, jonka kohtalolle ei ole

tarkkaa tietoa. Määrä selittyy osittain tehtaalta ulos myytävällä lisävedellä, sekä muilla pienillä häviöillä, mitä ei välttämättä ole huomattu, huomioitu tai joille ei ole mittauksia.

Tehtaan lauhteenpalautusprosentti laskettuna häviöiden suhteena kattiloitten tuottamaan höyrymäärään on noin 65 %. Kun häviönä käytetään tuotetun lisäveden määrää, on palautusprosentti noin 55 %. Rita Hännisen sekä Esa Vesterisen vuonna 2014 tehtaalle tekemän lauhdeselvitysprojektin tuloksena oli tehtaan lauhteenpalautusprosentiksi saatu noin 60 %. Myös tämän työn tuloksena päästiin lähestulkoon samoille lukemille, vaikka höyrymäärät ovat kasvaneet vuoteen 2014 verrattuna.

5 LAUHDEKAAVIO

Työn aikana tehtiin päivitetty lauhdekaavio (liite 2) Savcorin Wedge-ohjelmalla. Kaavio tehtiin Alcon-tissa löytyvän vesitilannekaavion pohjalta. Wedge on yhteydessä tehtaan PHD tiedonkeruujärjestelmään. Kaavioon on kerätty useita eri höyry- ja lauhdemittauksia ja niistä pystytään seuraamaan virtauksia lähes reaaliajassa. Osa mittauksista oli nimetty väärin, tai nimestä ei pystytty selvittämään missä mittaus on. Kaavioon on selvitetty väärin nimettyjen mittausten oikeat sijainnit PI-kaavioista ja on sen jälkeen nimetty oikein tai laitettu oikeaan kohtaan kaaviossa. Kaavioon on laskettu myös joitakin virtausmääriä kohdissa, joissa mittauksia puuttuu. Liitteen 2 virtausmäärät eivät pidä paikkaansa, koska kuvaan ei ole niitä päivitetty. Kuvan tarkoituksena on raportissa ainoastaan havainnollistaa, mitä on tehty.

6 ONGELMAT TYÖN AIKANA JA PARANNUSEHDOTUS

Työn edistymistä hidasti paljon mittausten etsiminen PI-kaavioista, prosessikaavioista, sekä Wedgestä. Myös tiedonkeruussa oli toisinaan ongelmia, kun ohjelma lakkasi toimimasta tai ei suostunut hakemaan jonkin tietyn mittauksen tietoja. Monessa prosessikuvassa löytyy myös kohteita, joihin tulee höyryä ja näytetään, että lauhdetta tulee ulos, mutta ei kerrota mihinkä lauhde päättyy kohteesta. Ulkopuoliselle, joka ei tunne prosessia yhtä tarkkaan kuin prosessia pitkään seuranneet henkilöt, vaikeuttaa se asioiden selvittämistä.

Tämän takia olisi hyvä, jos tehtaalta löytyisi osastoittain jonkinlainen kaavio, johon olisi kerätty kaikki mahdolliset höyryn kulutuskohteet. Kaavion ei tarvitsisi kertoa miten höyry tai lauhde hyödynnetään, vaan ainoastaan mihin sitä menee, onko sille mittausta ja jos on niin höyryn virtausmäärä, palautuuko lauhde ja mittauksen sijainti. Tämä selventäisi höyry- ja lauhdepuolta, josta ei tunnu kennelläkään olevan täysin selkeää käsitystä. Kaavio voisi olla tyyliltään esim. SKL > Ilmastointi > Sosaalitalat > Ilmanvaihtokone X > Lauhde palautuu paikkaan X. Jokaisen kohdan alta tulisi löytyä alavälilehti, kunnes kaikki tarvittavat tiedot ovat esitetty. Tarkoituksena olisi tehdä siitä erittäin yksinkertainen, jotta kuka tahansa pystyy käyttämään sitä ja että jokainen kulutuskohde olisi listattu.

Samaan yhteyteen voisi kehittää lauhteiden seurantajärjestelmän, missä jokaisessa yläotsikossa näkyy höyrynkulutus ja lauhteen palautuva määrä. Mikäli määrä putoaa riittävästi, tulisi siitä seurata hälytys. Tällöin voidaan lähteä avaamaan alaotsikoita, jotka välkkyvät esim. punaisena osoittaen mistä hälytys on aiheutunut. Mikäli hälytys ei johdu kohteesta, josta löytyy mittausta, johtuu muutos luultavasti jonkin käsiventtiilin aukaisusta.

Käsiventtiileihin olisi hyvä saada rajatunnistimet, mikäli niitä ei jo ole, jotka näkyisivät prosessikuviissa. Erityisen tärkeää olisi, että niitä löytyy tyhjennyksissä, vesitysventtiileissä ja muissa venttiileissä, joiden avaaminen johtaa lauhteen häviämiseen. Tämä vähentäisi ihmisen aiheuttaman virheen määrää tai voi ainakin lyhentää sen kestoa.

Henkilöstön kouluttaminen lauhdeasioista olisi myös tärkeää. Esimerkiksi kuorimolla lauhteet menevät kanaaliin. Valvomossa on henkilö ajamassa prosessia, mutta asiasta kysyttäessä sai sellaisen kuvan, että asiaan ei juurikaan kiinnitetä huomiota. Ajohenkilöiden pitäisi seurata myös lauhdepuolta ja ilmoittaa mikäli lauhde menee kanaaliin.

Myös mittausten kunnossapidosta olisi pidettävä huoli. Tehtaalta löytyy useampi määramittaus, joka ei toimi. Toimivilla mittauksilla saadaan luotettavampi kokonaiskuva tilanteesta.

7 YHTEENVETO

Työn päällimmäisenä tarkoituksena oli selvittää lauhdehäviön suuruus, jotta voidaan todeta häviääkö lauhdetta todella mittausten mukaan saman verran kuin lisäveden kulutus on. Lisävedettä tehdään 7 kg/s enemmän kuin laskettu lauhdehäviö, josta osa selittyy erilaisilla pienkulutuskohteilla. Mittausten toimimattomuus, mittausten puuttuminen, tyhjet kohdat PHD:ssä sekä muut epävarmuustekijät vaikuttavat laskujen luotettavuuteen. Nämä saattavat vaikuttaa eroarvoon lisäämällä tai vähentämällä eroa. Varmuudella ei siis pystytä sanomaan mitään, mutta määrästä johtuen on mahdollista, että lauhdetta häviää jatkuvasti johonkin eikä sitä huomata.

Lauhdetta häviää eniten kuitulinjalla, mutta suurin osa siitä tarvitaan, jotta prosessi toimii. Kuorimolla lauhteen pitäisi tulla talteen, mutta suuresta johtokyvystä johtuen lauhde ajetaan viemäriin. Yksityiskohtaisemmalle osastojen selvittämiselle ei riittänyt aikaa, koska työn selvityksen kohteena oli koko Varkauden tehdas.

Osastojen suurimmista höyrynkulutuskohdeista tehtiin lista, sekä kerättiin tiedot vuoden ensimmäiseltä neljännekseltä. Tietojen perusteella laskettiin osastojen rahalliset häviöt, lauhteen määrähäviöt, sekä lauhteen palautusprosentit. Tiedot kerättiin Excel-laskentataulukkoon, jota voidaan hyödyntää laskennassa myös jatkossa. Laskenta vaatii ainoastaan mittaustietojen päivittämisen.

Työn toimeksiantajan pyynnöstä tehtiin tehtaan prosessikuvista löytyvästä vesitilannekaaviosta päivitetty versio, josta löytyy hieman enemmän mittauksia, sekä mittausten perusteella toimivia laskettuja arvoja. Lisäveden tuottamiselle laskettiin hinta, mikä nostaa lauhdehävion hintaa karkeasti noin kolmanneksella.

LÄHTEET

ESITTELYAINEISTO, Stora Enso 2016. Varkauden tehtaan intranet.

Flootech Oy 2015. Demivesilaitos koulutusaineisto.

Vesterinen, Esa & Hänninen, Rita, 2014. Lauhdeselvitys projekti. Savonia-ammattikorkeakoulu.

Stora Enso 2015. SE LVL-projekti_ lauhde- ja höyryjärjestelmien suunnittelupalaveri kokousmuistio.

LIITE 1: MITTAUKSET

FI303607.mes	TPO-TALO LÄMMINVESI	0,100 kg/s
FI303608.mes	PT1 YLEISKULUTUS	0,440 kg/s
FI303609.mes	PT1 LV LISÄLÄMMITYS	0,27 kg/s
FI303613.mes	LTO KOKONAISHÖYRYN KULUTUS	1,11 kg/s
FI303618.mes	TASKUPUHALLUS HÖYRYMÄÄRÄ	0,62 kg/s
FI303645.mes	VÄLIKATON TUULETUS HÖYRYMÄÄRÄ	0,09 kg/s
FI728214.mes	200 KPa HOYRYMAARA PT1:LLE	3,92 kg/s
FI8208.mes	800 kPa HÖYRYMÄÄRÄ PT1:LLE	0,38 kg/s
FI721179.mes	PT1 KOKONAISLAUHEMÄÄRÄ	----- kg/s
FI302054.mes	8 bar HÖYRY KOKO.MÄÄRÄ	3,87 kg/s
FI728225.mes	400 KPa HOYRYMAARA PK3:LLE	10,68 kg/s
FI302055.mes	2 bar HÖYRY MÄÄRÄ (HÖYRYLAATIKKO)	0,940 kg/s
FI302062.mes	KONELAUHDE LVL-1:LLE MÄÄRÄ	14,15 kg/s
FI711511.mes	LVL2 OMAKÄYTTÖHÖYRYMÄÄRÄ	4,65 kg/s
FI721512.mes	LVL2 OMAK. LAUHDE	----- kg/s
FI721562.mes	LVL2 KP-ESIL.1-3 LAUHDE	2,97 kg/s
FI728050.mes	APULAUHDUTTAJAN LAUHDE SYVESAILIOON	2,12 kg/s
FI8255.mes	KL SYVESÄIL.PALAUT.LAUHDE	13,33 kg/s
FC723197.mes	1 RUIKUTUSVESI VIRTAAUS, OIKEA	0,187 kg/s
FC723198.mes	2 RUIKUTUSVESI VIRTAAUS, OIKEA	0,335 kg/s
FC723199.mes	3 RUIKUTUSVESI VIRTAAUS, OIKEA	0,236 kg/s
FC723266.mes	1 RUIKUTUSVESI VIRTAAUS, VASEN	0,083 kg/s
FC723267.mes	2 RUIKUTUSVESI VIRTAAUS, VASEN	0,13 kg/s
FC723268.mes	3 RUIKUTUSVESI VIRTAAUS, VASEN	0,477 kg/s
FI723157.mes	K6 ULOSPUHALUKSEN VIRTAAUS	0,34 kg/s
FI723153.mes	K6 NUOHOUSHOYRYN VIRTAAUS	0,15 kg/s
FI723151.mes	K6 SYOTTOVEDEN VIRTAAUS	39,6 kg/s
FI723152.mes	K6 HOYRYMAARA	39,86 kg/s
FI721194.mes	LVL1 OMAKÄYTTÖLAUHDE	0,46 kg/s
FI7153.mes	K7 1. RUIKUTUSVESIMAARA (MITTAUS)	0,33 kg/s
FI7154.mes	K7 2. RUIKUTUSVESIMAARA (MITTAUS)	0,24 kg/s
FI7155.mes	K7 JATKUVA ULOSPUHALUKSEN (MITTAUS)	0,2 kg/s
FI7156.mes	K7 NUOHOUSHOYRYN VIRTAAUS	0,03 kg/s
FC7151.mes	K7 SYOTTOVEDEN VIRTAAUS (MITTAUS)	6,53 kg/s
FI747152.mes	K7 HOYRYMAARA	6,33 kg/s
FI728219.mes	200 KPa HOYRYMAARA VESILAITOKSELLE	0,255 kg/s
FI959038.mes	8 BAR HÖYRYN MÄÄRÄ (LISÄAINELAITOS)	0,309 kg/s
FI813011.mes	TUOREHOYRYMAARA	28,42 kg/s
FC3009.mes	SYVEMÄÄRÄ	30,7 kg/s
FI813059.mes	800 kPa HOYRY LVL1:LTA	1,89 kg/s
FI813060.mes	180 kPa HOYRY LVL1:LTA (omak)	0,2 kg/s
FI813025.mes	RUIKUTUSVESI 1. JAAHDYTYKSEEN	1,38 kg/s
FI813028.mes	RUIKUTUSVESI 2. JAAHDYTYKSEEN	0,77 kg/s

FI813042.mes	NUOHOUSHOYRYN KOKONAISMAARA	1,95 kg/s
FI813050.mes	JATKUVA ULOSPUHALLUS	0,39 kg/s
FC4051.mes	400 kPa HÖYRY HAIHDUTTAMOLLE	9,15 kg/s
FI4067.mes	PRIMÄÄRILAUHTEEN MÄÄRÄ	8,65 kg/s
FI816773.mes	KK3 400kPa HOYRY KUIVAUSKONEELLE	2,73 kg/s
FI806788.mes	180 kPa HOYRY KUIVAUSKONEELLE	0,42 kg/s
FI806766.mes	HÖYRYLAATIKKO, HÖYRYN VIRTaus	0,08 kg/s
FI906656.mes	LAUHDE KUIVAUSKONEELTA	1,64 kg/s
FI1071.mes	LAUHDE KEITTÄMÖLTÄ	1,4 kg/s
FI808205.mes	HOYRY 17bar KEITTO/HAPPIVAIHE	3,33 kg/s
FI166.mes	800 KPA HÖYRY KEITTOON	0,94 kg/s
FI801083.mes	280 kPa HÖYRY	2,04 kg/s
FI801413.mes	180 KPA HOYRY TOISIAMMONV.	2,83 kg/s
FI1516.mes	P-LAUHDE KIEHUTTIMEEN	2,66 kg/s
FI818095.mes	HÖYRY LÄMMÖNSIIRTIMILLE (MITTAUS)(NSE)	0,57 kg/s
FI728216.sah	SAHAN LÄMMÖNVAIHDIN HÖYRYMÄÄRÄ YHT.	1,69 kg/s
FI820763.mes	KUORIMON HÖYRYN VIRTaus	2,29 kg/s
FI820064.mes	KUORIMO LAUHDEPALAUTUS VIRTaus(SAHA)	1,09 kg/s
FI820804.mes	LAUHDE VOIMALAITOKSELLE (KUORIMO)	2,14 kg/s
FI817826.mes	KEMIKAALIOSASTON HOYRYNMAARA	0,31 kg/s
FI728215.mes	200 KPA HOYRYMAARA UKL:LLE (JA MUUT)	0,61 kg/s
	LVL VIILUNKUIVAIN	4,8 kg/s
	LVL KUUMAPURISTIN	0,8 kg/s
	LVL HÖNKÄHÖYRY	0,8 kg/s
	LVL LAUHDE	4,80 kg/s
	LVL HAUTOMO	1,98 kg/s
FI721593.mes	LISAVESI LVL2 SYVESAILIOON	7,1 kg/s
FI721185.mes	LISAVESI LVL1 SYVESAILIOON	33,56 kg/s
	LISAVESI LVL1 SYVESAILIOON	26,46 kg/s

